UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE JUGENDENTWICKLUNG VON DOUGLASIENPROVENIENZEN IN HESSEN UND MÖGLICHE ZÜCHTERISCHE FOLGERUNGEN

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Michael Jestaedt

Mai 1979

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535715_0034

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE JUGENDENTWICKLUNG VON DOUGLASIENPROVENIENZEN IN HESSEN UND MÖGLICHE ZÜCHTERISCHE FOLGERUNGEN

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Michael Jestaedt

Mai 1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

1. Berichterstatter: Professor Dr. H. J. Fröhlich
2. Berichterstatter: Professor Dr. J. Huss
3. Berichterstatter: Professor Dr. P. Schütt

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Juli 1979

Vorwort

Für die Überlassung des Themas danke ich Herrn Landesforstmeister Prof. Dr. H.J. Fröhlich. Trotz seiner zahlreichen dienstlichen Verpflichtungen als Leiter der Hessischen Staatsforstverwaltung hat er sich die Zeit genommen, diese Arbeit zu betreuen und durch Anregungen immer wieder zu fördern.

Herrn Forstdirektor Dr. H. Weisgerber, dem Leiter des Instituts für Forstpflanzenzüchtung der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt, bin ich ebenfalls zu Dank verpflichtet. In vielen Gesprächen habe ich von ihm wichtige Denkanstöße für diese Arbeit erhalten; gleichzeitig hat er mich soweit entlastet, daß diese Arbeit neben dem normalen Dienstbetrieb gefertigt werden konnte.

Allen Mitarbeitern der Versuchsanstalt, die an der Anlage und den Aufnahmen der Versuche beteiligt waren, bin ich besonders verbunden. Dies gilt vor allem für Herrn Forstoberrat Dr. W. Dietze, einem ehemaligen Mitarbeiter des Instituts, der den Versuch geplant und die Aussaat, die Anlage der Flächen sowie die ersten Aufnahmen organisiert hat.

Herr Amtsrat H.J. Rapp führte die erforderlichen Programmierarbeiten durch und stand mir bei der statistischen Auswertung hilfreich zur Seite. Mein Dank gilt auch Herrn H. Huschenbeth für die Fertigung der graphischen Darstellungen und Fräulein E. Böden für die Ausführung der Photoarbeiten.

Frau G. Kellner und Frau G. Mehner habe ich für die stetige Hilfe bei der Auswertung zu danken; bei der Reinschrift hat Frau Kellner besondere Sorgfalt aufgewandt.

Gliederung

		Seite
1.	Einleitung	1
1.1	Einführung der Douglasie in Deutschland	1
1.2	Bisherige Ergebnisse der Provenienzforschung	5
1.21	Saatgut- und Kampuntersuchungen	5
1.22	Ergebnisse von Feldversuchen in Nordamerika	6
1.23	Provenienzversuche in Deutschland	7
1.24	Provenienzversuche in benachbarten Ländern	10
1.25	Anfälligkeit gegenüber der rostigen und rußigen Douglasienschütte	11
1.3	Saatgutversorgung	11
1.4	Problemstellung der Arbeit	14
2.	Versuchsmaterial und -flächen	16
2.1	Internationaler Douglasienprovenienzversuch der IUFRO	16
2.11	Saatguternte	16
2.12	Versuchsmaterial	16
2.2	Auswahl und Beerntung der Mutterbäume für den Einzelstammabsaatenversuch	17
2.3	Anzuchtflächen	19
2.4	Versuchsflächen	19
2.41	Standortsverhältnisse	19
2.42	Anlageschema der Flächen	22
3.	Aufnahme- und Auswertungsmethoden	24
3.1	Kampaufnahmen	24
3.11	Saatbeet	24
3.12	Verschulbeet	25
3.2	Versuchsflächenaufnahmen	26
3.3	Auswertungsmethoden	27
4.	Ergebnisse der Baumschulaufnahmen	34
4.1	Höhenwuchsleistung	34
4.11	Unterschiede zwischen Provenienzen und Einzelstammabsaaten	34
4.12	Provenienzen	35
4.13	Einzelstammabsaaten	39
4.2	Wurzelhalsdurchmesser	40
4.3	Phänologisches Verhalten	40
4.31	Austrieb im Frühjahr 1972	40
4.32	Vegetationsabschluß	44
4.33	Zusammenhänge zwischen den phänologischen Aufnahmen	49

Seite

4.4 Johannistriebbildung 50
4.5 Frostschäden 51
4.6 Nadelfarbe 53
4.7 Wuchsform 55
4.8 Überprüfung der Gruppeneinteilung mit Hilfe von Diskriminanzanalysen 55

5. Ergebnisse der Versuchsflächenaufnahmen 59
5.1 Höhenwuchsleistung 59
5.11 Provenienzen 59
5.12 Einzelstammabsaaten 64
5.13 Heritabilität und genetischer Gewinn 67
5.2 Höhenzuwachs 67
5.3 Mortalität 70
5.4 Johannistriebbildung 74
5.5 Wuchsform 76
5.6 Frostschäden 79
5.61 Spätfrost 79
5.62 Früh- und Winterfrost 84
5.7 Krankheiten 87
5.71 Rindenschildkrankheit 87
5.72 Chlorose 87
5.8 Überprüfung der Gruppeneinteilung 89

6. Diskussion 91
6.1 Beurteilung der Herkünfte 91
6.11 Eignung der verschiedenen Beurteilungskriterien 91
6.12 Klinale Einflüsse 94
6.13 Korrekturen bei der Gruppeneinteilung 95
6.14 Erntegebiete für Hessen 96
6.2 Wertung der Einzelstammabsaaten 99
6.3 Vorschläge für die weitere züchterische Bearbeitung der Douglasie in Hessen 100
6.31 Voraussetzungen 100
6.32 Probleme bei der bisherigen Züchtungsarbeit 101
6.33 Vergleich von verschiedenen Modellen 103

7. Zusammenfassung 111

8. Literaturverzeichnis 115

9. Anhang 126

1. Einleitung

1.1 Einführung der Douglasie in Deutschland

Entsprechend der Erkundung und Besiedlung von Nordamerika in der Richtung von Osten nach Westen gelangten zunächst nur Berichte über die Flora der östlichen Teile des Kontinents nach Europa. So wurden zu Beginn des 17. Jahrhunderts bereits eine Reihe von Baumarten wie Prunus serotina, Juglans nigra sowie Carya alba entdeckt und für botanische Gärten nach Europa gebracht (BOOTH 1877 und 1880, KLAEHN 1953). Die Douglasie (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) ist als eine Baumart vom westlichen Teil des Kontinents hingegen erst 1792 von dem Arzt und Naturforscher Archibald MENZIES am Nootka Sund auf Vancouver Island entdeckt und beschrieben worden. MENZIES begleitete Kapitän VANCOUVER bei einer Weltumsegelung (1790 bis 1795). Saatgut dieser Art kam wesentlich später nach Europa. Von der Royal Horticultural Society, London wurde David DOUGLAS (1799 bis 1834) beauftragt, Nordamerika zu bereisen, um die Flora zu beschreiben und Samen von unbekannten Arten nach Europa zu bringen. Er schiffte sich am 24.7.1824 ein und landete am 7.3.1825 an der Mündung des Columbia Rivers. Nach verschiedenen Reisen im Westen von Nordamerika durchquerte er auf dem Rückweg den Kontinent und kam 1827 nach England zurück. Das Ergebnis dieser Reise kann als sensationell bezeichnet werden. Er entdeckte etwa 200 unbekannte Arten (BOOTH 1882 und 1903) und brachte Saatgut von mehr als 2000 Arten nach Europa (LÜDEMANN 1960). Unter dem Saatgut befand sich auch Douglasiensamen, den DOUGLAS im Herbst 1826 in der Nähe von Fort Vancouver am Unterlauf des Columbia Rivers gesammelt haben muß (BOOTH 1903). Während einer späteren Reise (1830) schickte er als erster Samen einer fast ebenso wichtigen Baumart, der Sitka-Fichte (Picea sitchensis (Bong.) Carr.), nach Europa.

Ein Teil des Douglasiensaatguts wurde von der Gesellschaft 1828 in Südengland ausgesät; der Rest ist an verschiedene Mitglieder verteilt worden. Das korrespondierende Mitglied John Richmond BOOTH (Flottbek/Hamburg) erhielt einen Teil des Samens; im Früh-

jahr 1831 pflanzte er eine Douglasie in ein Arboretum in Flottbek, zwei andere Exemplare wurden in Jägersdorf (Pommern) und bei Oldenburg ausgebracht (BOOTH 1903). Damit war ein Vertreter einer Gattung, die bis zur Mindel-Eiszeit in Mitteleuropa anzutreffen war, wieder eingeführt worden (HERMANN und CHING 1973).

An den Douglasienbeständen in England und Schottland sowie an den wenigen vorhandenen Bäumen in Deutschland wurde recht bald die besondere Leistungsfähigkeit dieser Baumart erkennbar, und es lag nahe, den Anbau auszuweiten. Der Schritt vom Sammlerobjekt für Arboreten, Parks und botanische Gärten zur forstlichen Erprobung auf Waldstandorten bzw. zum praktischen Anbau erfolgte erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Dies ist vor allem dem Zusammenwirken und der Initiative von drei Männern zu verdanken: John Cornelius BOOTH (dem Sohn von John Richmond BOOTH), Dr. Bernhard DANCKELMANN (dem Leiter der Königlich Preußischen Forstlichen Versuchsstation in Eberswalde) und Reichskanzler Otto Fürst von BISMARCK. Den Reichskanzler hatte BOOTH bei einem Treffen in Friedrichsruh bei Hamburg von der Notwendigkeit intensiver Untersuchungen über die Anbaumöglichkeiten fremdländischer Baumarten überzeugen können (BOOTH 1903). Durch eine Verfügung des preußischen Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten vom 15.6.1880 wurde DANCKELMANN beauftragt, Versuchsanbauten ausländischer Baumarten in die Wege zu leiten (SCHWAPPACH 1891). Anläßlich einer Tagung des Vereins Forstlicher Versuchsanstalten im September 1880 in Baden-Baden wurde von den Vertretern der verschiedenen deutschen Länder ein Arbeitsplan über das Vorgehen erstellt. In der umfangreichen Liste der Arten aus Asien und Nordamerika ist die Douglasie wohl als die wichtigste anzusehen. Im folgenden Jahr wurden die erforderlichen Haushaltsmittel bereitgestellt und die Baumschule BOOTH mit dem Import beauftragt. In der Zeit von 1881 bis 1890 sind allein an die Preußische Staatsforstverwaltung 699 kg Douglasiensamen geliefert worden; insgesamt wurden damit 144,56 ha Kulturen in 49 für den Ausländeranbau ausgewählten Oberförstereien begründet (SCHWAPPACH 1891). Die bekannten Bestände in den Forstämtern Bad Homburg, Lonau und Daun stammen von diesen Lieferungen. Über die Entwicklung dieser Douglasien in

Preußen und in anderen deutschen Ländern liegen zahlreiche Berichte vor (z.B. DANCKELMANN 1884, LOREY 1890, GRUNDNER 1921, WALTER 1911 und 1924, ZACHARIAS 1931).

Leider ist nirgendwo festgehalten, woher das Saatgut bezogen worden ist. Dies erscheint umso verwunderlicher, da gerade John BOOTH in seinem Referat, das er bei der Tagung in Baden-Baden gehalten hatte, ausdrücklich betonte, daß die zahlreichen Mißerfolge durch ungeeignete Herkünfte zu erklären seien; er forderte die Anwesenden auf "... die Provenienz der Samen näher ins Auge zu fassen" (BOOTH 1880). Man kann jedoch annehmen, daß es sich bei den Importen ausschließlich um Herkünfte aus dem Küstenbereich handelte, zumal er verschiedentlich betonte, daß die Küstenherkünfte wesentlich bessere Wuchsleistungen erbringen als die Herkünfte aus dem Binnenland (BOOTH 1904). Die Inlandsherkünfte wie z.B. die "blaue Form" spielten zum Zeitpunkt der ersten Einfuhren ohnehin noch eine untergeordnete Rolle; die "blaue" Form war erst 1861 von PARRY in Colorado entdeckt worden (FROTHINGHAM 1909). PUCHERT (1954) nimmt an, daß die Lieferungen aus Washington und dem nördlichen Oregon (mit Ausnahme des unmittelbaren Küstengebietes) bzw. dem südlichen British Columbia stammen. Es ist also glücklichen Umständen zu verdanken, daß die ersten Saatgutlieferungen ausgerechnet aus einem Bereich kamen, in dem auch nach heutigem Kenntnisstand die in Mitteleuropa wüchsigsten Provenienzen beheimatet sind. Schon bald wurde jedoch deutlich, daß die Küstenformen auch Nachteile haben können. Bereits DANCKELMANN (1884 und 1894) weist darauf hin, daß wegen der mangelhaften Verholzung der Triebe erhebliche Früh- und Winterfrostschäden auftreten können. Aus diesem Grund werden Herkünfte aus dem kontinental getönten Klima des nördlichen und östlichen Teils des Verbreitungsgebietes für den Anbau in Deutschland empfohlen (GAYER 1889, BEISSNER 1897). So ist z.B. bei einer der Ernteaktionen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft Saatgut aus dem nördlichen British Columbia importiert worden (FÜRSTENBERG 1904 und 1921, SCHWERIN 1912).

In der Literatur der damaligen Zeit sind heftige Auseinandersetzungen über den Anbauwert der verschiedenen "Formen" zu finden. Auch

die Einteilung der Art in "grüne", "graue" und "blaue" Varietäten und die Abgrenzung des Vorkommens dieser Formen im Verbreitungsgebiet, die von SCHWERIN (1922) in zusammenfassender Form vorgelegt wurde, fand nicht einhellige Zustimmung. Eine Reihe von Autoren wie FROTHINGHAM (1909), FÜRSTENBERG (1923) und SCHENCK (1924 und 1939) sind hingegen der Ansicht, daß es vorteilhafter sei, lediglich zwischen Herkünften aus dem Küstenbereich und solchen aus dem kontinentalen Klima des Binnenlandes (Interior) zu unterscheiden. In den Veröffentlichungen dieser Zeit werden überwiegend Herkünfte aus der Küstenregion (also "grüne" Form) für den Anbau in Deutschland empfohlen (z.B. BOOTH 1904 und 1907, HOLLAND 1912 und 1919, NEGER 1914, SCHWERIN 1923). Aufgrund von Anbauerfahrungen der Preußischen Versuchsstation, von Klimavergleichen, aber auch nach intensivem Erfahrungsaustausch (auch mit amerikanischen Forstleuten) gibt SCHWAPPACH (1911) eine Herkunftsempfehlung, die später in Vergessenheit geraten zu sein scheint; er hält Saatgut vom "Westabhang des Cascade Range im Staate Oregon und Washington sowie im südlichen Canada vom 45. bis 50. Breitengrad ... unter Einschluß des Olympic Mountain und der Insel Vancouver als geeignetste Bezugsorte für Deutschland".

In diese Zeit fällt die bedeutsame Entdeckung, daß eine Baumart in ihrem Verbreitungsgebiet nicht als eine homogene Population angesehen werden kann, sondern daß sie sich aus vielen Lokalrassen bzw. "klimatischen Varietäten", wie CIESLAR (1907) dieses Phänomen bezeichnete, zusammensetzt. Diese "Varietäten" behalten typische, genetisch fixierte Eigenschaften wie z.B. den Austrieb, auch wenn sie unter anderen Klimabedingungen angepflanzt werden (ENGLER 1905). Es lag also nahe, diese Erkenntnisse auf die Douglasien anzuwenden, um die strittigen Fragen in Form eines Experiments zu klären; SCHWAPPACH organisierte aus diesem Grund den ersten Douglasien-Provenienzversuch, der 1910 ausgesät wurde (SCHWAPPACH 1914).

In den folgenden Jahren ist in Deutschland (NÜSSLEIN 1970), aber auch in fast allen benachbarten europäischen Ländern eine Zunahme der Douglasie festzustellen (z.B. BERG 1912, MEYER 1914, CIESLAR 1920, ILVESSALO 1926, KRUTINA 1927, PODHORSKY 1927, CHYLARECKI

1976). Der steigende Anbau wurde erst gebremst, als vor dem zweiten Weltkrieg in stärkerem Maße die beiden Douglasienschütten auftraten, die durch Phaeocryptopus gäumanni Rohde und Rhabdocline pseudotsugae Syd. verursacht werden. Unter dem starken Eindruck der Schäden ist sogar von der württembergischen Landesforstverwaltung ein Anbauverbot ausgesprochen worden (KÖSTLER 1955). Immerhin hatten sich die älteren Bestände schon soweit entwickelt, daß die ersten Ertragstafeln aufgestellt werden konnten (GEHRHARDT 1926, KANZOW 1937).

1.2 Bisherige Ergebnisse der Provenienzforschung

1.21 Saatgut- und Kampuntersuchungen

Eine wesentliche Voraussetzung für die Einbürgerung einer fremden Baumart sind Untersuchungen, durch welche ihr Variationsmuster erkundet werden soll. Diese können bereits in der frühesten Jugendphase einsetzen. Allerdings haben Versuche, mit Hilfe von Saatguttests die spätere Leistungsfähigkeit einer Herkunft zu beurteilen (SCHMIDT 1957 und 1960), bisher keine Verfahren erbracht, welche eine sichere Aussage ermöglichen. Viel erfolgversprechender sind bei der Douglasie die Versuche, mit Hilfe biochemischer Analysen (z.B. DNS-Gehalt der Zellkerne) und Ansprache der äußeren Beschaffenheit des Saatgutes den Ursprung des Materials zu bestimmen (BERNEY 1972, SZIKLAI 1973). ALLEN (1960 a) fand Unterschiede zwischen Herkünften aus dem Interior und dem Küstenbereich in der Form, der Oberfläche und der Farbe des Samens. Die recht widersprüchlichen Aussagen über die Saatgutgewichte (1000-Korn-Gewicht) scheinen vor allem auf unterschiedliches Untersuchungsmaterial und abweichende Zusammenfassung der Herkünfte zu geographisch abgegrenzten Gruppen zurückzuführen zu sein; immerhin ist die Höhenlage in den meisten Fällen positiv mit dem 1000-Korn-Gewicht korreliert (SWEET 1965, HERMAN und LAVENDER 1968, BIROT 1972, SZIKLAI 1973). Daß Saatgut aus dem Interior wesentlich günstiger und schneller aufläuft bzw. bei Keimprüfungen bessere Ergebnisse erzielt als Herkünfte aus dem Küstenbereich, fand bereits BUCH (1927); diese Tatsache ist

inzwischen durch viele Untersuchungen bestätigt worden (z.B. ALLEN 1960 b, BIALOBOK und MEJNARTOWICZ 1970, SZIKLAI 1973).

Seit langem ist bekannt, daß Herkünfte aus dem Küstenbereich von Washington und dem angrenzenden südlichen Kanada im Saat- und Verschulbeet die besten Wuchsleistungen aufweisen (SCHWAPPACH 1914). Allerdings ist in diesem Stadium das phänologische Verhalten von ganz besonderer Bedeutung; die Entwicklung der Pflanzen während dieser Phase wird nämlich entscheidend durch Früh- und Winterfröste beeinflußt. Spätfröste sind wegen der zumeist günstigen Lage der Anzuchtflächen nicht so oft zu finden wie auf Kulturen. Die Anfälligkeit bzw. Resistenz gegenüber Früh- und Spätfrösten wird weitgehend durch den Vegetationsabschluß und den Zeitpunkt des Austreibens bestimmt. Das phänologische Verhalten wird fast ausschließlich von genetischen Faktoren kontrolliert; nur in geringem Umfang können Umwelteinflüsse dieses Verhalten bestimmen (GALOUX 1952, SILEN 1962, MORRIS et al. 1957, IRGENS-MØLLER 1968). Schon kurz nach den ersten Anbauversuchen ist auf die Anfälligkeit der Küstenherkünfte gegenüber Früh- und Winterfrösten hingewiesen worden (z.B. DANCKELMANN 1884). Neuere Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß hier deutliche Unterschiede vorhanden sind. Herkünfte aus dem nördlichen Washington scheinen z.B. weniger gefährdet zu sein als südlichere Herkünfte oder Provenienzen von Vancouver Island (LARSEN 1976 und 1978).

1.22 Ergebnisse von Feldversuchen in Nordamerika

Bevor auf die Untersuchungen in Mitteleuropa eingegangen wird, kann es von Vorteil sein, sich zunächst mit den Ergebnissen der Provenienzforschung aus Nordamerika zu befassen. Allerdings läßt sich nicht alles auf die hiesigen Verhältnisse übertragen, zumal einzelne Versuche mit unterschiedlicher Zielrichtung (z.B. Weihnachtsbaumzucht) oder unter anderen Klimabedingungen wie in Michigan oder Nebraska aufgewachsen sind (WRIGHT et al. 1971). Man muß sich also auf Flächen beschränken, die unter vergleichbaren Verhältnissen angelegt worden sind. Diese liegen vor allem im ozeanisch getönten Klima im westlichen Washington und Oregon bzw.

in süd-westlichen Teilen von British Columbia. Hier sollen zusammengefaßt die Ergebnisse eines Versuches von 1911 (WILLIS und HOFFMANN 1915, MUNGER und MORRIS 1936 und 1942, SILEN 1964 und 1965), eines Versuches von 1956 (HADDOCK et al. 1967), eines Versuches von 1957 (CHING und BEVER 1960, ROWE und CHING 1973) und eines Versuches von 1959 (WHEAT und WILSON 1965) wiedergegeben werden.
Aus dem umfangreichen Material lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Es gibt Herkünfte, die fast immer zu den besten Prüfgliedern gehören; diese stammen aus dem Gebiet der Olympic Peninsula, dem Bereich von Darrington und Snoqualmie sowie von Vancouver Island.

2. Die Wuchsleistung nimmt mit zunehmender Höhenlage des Ursprungsortes ab. Allerdings ist die Entwicklung der ausgesprochenen Hochlagenherkünfte auf Versuchsflächen in gleicher Höhenlage recht günstig (z.B. Snoqualmie Pass).

3. Von den Herkünften aus dem Küstenbereich sind verschiedene Provenienzen fast immer am Ende der Rangordnung zu finden (Herkünfte aus Süd-Oregon, vom Rande des Willamette-Tales und aus Kalifornien).

4. Die Provenienzen aus dem Interior in British Columbia liegen in ihrer Leistung erheblich hinter den Herkünften vom Küstenbereich in Washington; noch ungünstiger schneiden die Prüfglieder aus den Rocky Mountains (sog. blaue Formen) ab.

1.23 Provenienzversuche in Deutschland

1.231 Chorin und Kaiserslautern 1910

Im Frühjahr 1910 erhielt SCHWAPPACH von Rafael ZON, dem Leiter der waldbaulichen Abteilung des US-Forstdepartments, 19 Saatgutproben, die aus dem Gebiet zwischen der kanadischen Grenze (48. Breitengrad) und New Mexico (36. Breitengrad) stammen (Höhenlagen zwischen 170 m und 2600 m üb. NN). Eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg des Versuches waren die relativ genauen Angaben über die

Ursprungsorte des Saatgutes. Unmittelbar nach dem Eingang wurde der Samen im Frühjahr 1910 ausgesät. Ein Teil der Pflanzen (10 Herkünfte) gab SCHWAPPACH als zweijährige Sämlinge an MÜNCH ab, der damit 1912 im Forstamt Kaiserslautern-Ost eine Versuchsfläche anlegte. Der vollständige Versuch ist 1915 in Chorin ausgepflanzt worden. Bereits im Kampstadium liegen die beiden Herkünfte aus Snoqualmie vom Westteil der Kaskaden im nördlichen Washington an der Spitze; Provenienzen aus Idaho und Montana schneiden recht ungünstig ab (SCHWAPPACH 1914). Bei den zahlreichen Flächenaufnahmen hat sich immer wieder bei beiden Versuchen gezeigt, daß die Herkünfte aus Snoqualmie ihre Spitzenstellung behauptet haben; an zweiter Stelle lag die Provenienz Pecos aus New Mexico (2400 m), es folgten zwei Herkünfte aus Nord-West-California. Die anderen Provenienzen aus dem Interior (insbesondere aus Idaho und Montana) sind ungünstig zu beurteilen (MÜNCH 1923, KANZOW 1937, FLÖHR 1954, BOISELLE 1953, ROHMEDER 1956).

1.232 Preußische Forstliche Versuchsanstalt 1930

Aufbauend auf die Versuchsergebnisse von Chorin und Kaiserslautern wollte WIEDEMANN im Rahmen von zwei Versuchsreihen die Wuchsleistung und die Resistenzeigenschaften der Küstenform näher beobachten. An den Versuchen haben sich neben Preußen die Versuchsanstalten Badens, Hessens, Braunschweigs, Dänemarks und Ungarns beteiligt. Das nordamerikanische Saatgut wurde auf Vermittlung von C.A.SCHENCK durch die Long Bell Lumber Sales Corporation, Longview, Wash. bezogen. Von dem importierten Saatgut sind 5 Herkünfte dem Interior und 12 dem Küstenbereich (Washington und Oregon) zuzurechnen.

Die Herkunftsbezeichnungen und die geographischen Koordinaten beziehen sich auf die Sammelplätze. Es sind also keine Angaben über die Ausgangsbestände vorhanden. Zum erstenmal sind auch Absaaten von drei deutschen Beständen in den Versuch einbezogen worden: Kleinengstingen (Württemberg), Gaildorf (Württemberg) und Lauterbach (Hessen). Parallel zu diesem Vorhaben legten GEYR v. SCHWEPPENBURG und OELKERS im Forstamt Gahrenberg eine weitere Fläche

mit ähnlichem Versuchsmaterial an, so daß diese mit den Aufnahmeergebnissen der anderen Flächen verglichen werden kann. Infolge starker Ausfälle, Kriegseinwirkungen und Windwürfen sind heute nur noch wenige Versuche auswertbar. Aus den zahlreichen Arbeiten (KANZOW 1937, ERTELD 1948, DITTMAR 1954, SCHOBER 1954, SCHOBER und MEYER 1955, DITTMAR und KNAPP 1967) wird folgende Tendenz deutlich:

1. Im mehr kontinental getönten Klima und in höheren Lagen der Mittelgebirge liegen die Herkünfte aus dem Interior von British Columbia (Salmon Arm) und die Absaaten aus Deutschland an der Spitze.

2. Auf Flächen mit milderem Klima übertreffen die Küstenherkünfte der niedrigeren Lagen (insbesondere aus dem Gebiet um die Olympic Mountains und dem Hügelland zwischen Küste und Kaskaden im nördlichen Washington) die Interior-Provenienzen. Gute Leistungen zeigen auch die Herkünfte aus Deutschland.

1.233 Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt 1954 bis 1961

Über einen Zeitraum von 8 Jahren sind von SCHOBER in drei Serien eine ganze Reihe von weiteren Versuchen in Nord- und Westdeutschland angelegt worden. Das Saatgut bezog er vom US-Department of Agriculture, Forest Service Pacific Northwest Region/Oregon, dem Forest Service von British Columbia und dem Samenhandel. Der Schwerpunkt des Materials liegt wie schon bei WIEDEMANN in den westlichen Gebieten von Washington und Oregon. Auch hier ist eine Herkunft aus dem Interior von British Columbia (Salmon Arm) zum Vergleich herangezogen worden. Die Herkünfte der niedrigeren Lagen aus dem nordwestlichen Teil von Washington (Gebiet Darrington und Snoqualmie sowie der Bereich um die Olympic Mountains) sind auch bei diesen Versuchen am günstigsten zu beurteilen. Sie übertreffen im atlantisch getönten Klima Nord- und Westdeutschlands deutlich das Material aus dem Interior und aus dem südlichen Oregon. Provenienzen von den niedrigeren Lagen (bis etwa 600 m üb. NN) sind dem Material aus dem montanen Bereich überlegen, im mehr kontinental getönten Klima zeigen Herkünfte

aus dem Interior von British Columbia (Salmon Arm) bessere Leistungen (DONG 1970). Die Ergebnisse der Versuche von WIEDEMANN und GEYR v. SCHWEPPENBURG/OELKERS sind damit bestätigt worden.

1.234 Nordhorn/Emsland 1962/63

Unter den 81 Provenienzen des Versuches des Instituts für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung (Bundesversuchsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg) sind die südlichen Teile des Verbreitungsgebietes besonders stark vertreten. Wieder zeigt sich, daß die höchsten Leistungen von Herkünften aus dem Küstenbereich in Washington und Nord-Oregon (Höhenlagen bis etwa 450 m üb. NN) erreicht werden. Recht günstig wird bislang auch die Entwicklung von verschiedenen Provenienzen von New-Mexico aus größerer Höhenlage beurteilt (STERN 1966, HERRMANN 1973, STERN et al. 1974, HATTEMER und KÖNIG 1975).

1.24 Provenienzversuche in benachbarten Ländern

Obwohl Ergebnisse von fast allen europäischen Ländern vorliegen, sollen hier nur solche Versuche besprochen werden, die zum Vergleich mit den hiesigen Verhältnissen geeignet sind. In den Niederlanden sind seit 1923 Provenienzversuche angelegt worden. Hier haben sich Herkünfte aus dem westlichen Washington und dem südwestlichen British Columbia (Chilliwack) bewährt (VEEN 1951, SOEST 1959). Bei den älteren Versuchen in Dänemark sind z.T. Provenienzen verwandt worden, die mit dem Versuchsmaterial der Preußischen Versuchsanstalt vergleichbar sind. Hier wurden trotz mancher abweichender Meinungen die Herkünfte aus dem nördlichen Washington und dem Gebiet um die Olympic Mountains am günstigsten beurteilt (OPPERMANN 1929, KANZOW 1937, HOLM 1940, LUNDBERG 1957). In Polen scheinen sich westlich der Weichsel Provenienzen aus dem Küstenbereich von Washington für den Anbau zu eignen; östlich der Weichsel werden Herkünfte aus dem Interior von British Columbia empfohlen (MACIEJOWSKI 1951 zit. nach BIALOBOK und MEJNARTOWICZ 1970).

1.25 Anfälligkeit gegenüber der rostigen und der rußigen Douglasienschütte

Am Beispiel der beiden Schütten läßt sich leicht erläutern, welche Bedeutung Provenienzversuche bei der Einbürgerung ausländischer Baumarten haben können. Als zwischen 1922 und 1924 der Erreger der rostigen Douglasienschütte, Rhabdocline pseudotsugae Syd., an der Unterelbe auftrat und sich rasch über ganz Deutschland verbreitete (ROHDE 1932), waren an den vorhandenen Provenienzversuchen recht bald Unterschiede in der Anfälligkeit der verschiedenen Herkünfte zu erkennen. Aus zahlreichen Veröffentlichungen geht folgender Trend hervor: Herkünfte aus dem Küstenbereich von British Columbia, Washington, Oregon und Kalifornien sind völlig oder fast frei von dem Befall durch den Erreger dieser Schütte. Bei den meisten Provenienzen aus den Rocky Mountains südlich des 45. Breitengrades sind starke Schäden festzustellen (besonders Utah, Arizona und Colorado); nördlich des 45. Breitengrades (im Interior) ist das Bild etwas differenzierter. Schwachen bis mittleren Befall findet man jedoch bei den meisten Herkünften (LIESE 1932 a, 1932 b und 1936, ROHDE 1936, FLÖHR 1954, MEYER 1954, SCHOBER und MEYER 1955, STEPHAN 1973). Die zweite Art, die rußige oder Schweizer Douglasienschütte, trat kurz nach der Einwanderung von Rhabdocline pseudotsugae in der Schweiz auf und wanderte über Süddeutschland nach Norden (GÄUMANN 1930). Wenn auch alle Formen der Douglasie vom Erreger Phaeocryptopus gäumanni Rohde befallen worden sind, so scheint doch die Küstenform wegen ihres besseren Regenerationsvermögens wesentlich geringere Schäden zu erleiden als Herkünfte aus dem Interior (LIESE 1938, MERKLE 1951, ROHMEDER 1956, STRITTMATTER 1974).

1.3 Saatgutversorgung

Trotz mancher Vorbehalte kann die Einbürgerung in Deutschland als erfolgreich bezeichnet werden (JAHN 1954); dies hat zu einer Bereicherung des durch die Eiszeiten verarmten Baumartenspektrums beigetragen. Den Erfolg verdankt die Douglasie vor allem folgenden Eigenschaften:

1. Ihre Massenleistung liegt auf vergleichbaren Standorten erheblich über der einheimischer Baumarten.
2. Sie besitzt ein vorzügliches Adaptationsvermögen.
3. In den artenreichen Wäldern Nordwest-Amerikas ist sie an Konkurrenz durch viele wüchsige Arten gewöhnt.
4. Als Pionierbaumart kann sie - soweit nicht die Gefährdung durch Frost entgegensteht - großflächig im Reinbestand angebaut werden.

Schwierigkeiten bereitet jedoch noch immer die Bestandesbegründung; aber hier dürften in den nächsten Jahren weitere Fortschritte in der Entwicklung von geeigneten Kulturverfahren erzielt werden (SIEBERT et al. 1978). In der Bundesrepublik ist überall ein Anwachsen der Douglasien-Kulturfläche zu bemerken. Zwischen 1965 und 1971 stieg der Anteil an der Kulturfläche im Staatswald von Hessen von 3,1 % auf 11,2 %; diese Größenordnung ist auch bis 1976 (11,7 %) gehalten worden (HESS. LANDESFORSTVERWALTUNG 1972 und 1977). Seit 1971 liegt in Hessen die jährliche Kulturfläche der Douglasie erheblich über der der Kiefer. Ähnliche Verhältnisse sind auch in anderen Bundesländern zu beobachten. Im Privat- und Kommunalwald dürfte der Anteil noch über den Angaben aus dem Staatswald liegen. In Baden-Württemberg nimmt die Douglasie bereits eine Fläche von etwa 15 000 ha ein (STRITTMATTER 1979); im hessischen Staatswald hat sich der Anteil an der Fläche in der Zeit von 1970 bis 1978 von 0,7 % (2 200 ha) auf 1,2 % (3 800 ha) erhöht, im Kommunalwald ist die Douglasie bereits auf 2,3 % der Fläche angebaut worden (RIEBELING 1979). Die meisten Landesforstverwaltungen planen eine erhebliche Ausweitung des Anbaus (z.B. ZIMMERMANN 1972, OTTO 1972, SCHEIFELE 1978). Im Rahmen der langfristigen waldbaulichen Planung konnten Betriebszieltypen für die Douglasie festgelegt werden. In den meisten Fällen soll sie auf Standorten mit unzureichender Wasserversorgung (mäßig frischer und mäßig trockener Bereich) die Kiefer, aber auch stellenweise die Fichte ersetzen. Mit extremen Veränderungen in der Bestockung dürften jedoch auch die Risiken für die Betriebssicherheit anwachsen.

Aufgrund der bisherigen Entwicklung ist zu unterstellen, daß auch in den nächsten Jahren der Verbrauch von Saat- und Pflanzgut dieser Baumart erheblich zunehmen wird. Allein 1976 sind 28 t Douglasiensamen von Nordamerika nach Westeuropa eingeführt worden (FAO 1977); davon dürfte ein ganz erheblicher Anteil auf die Bundesrepublik entfallen. Welche Probleme und Schwierigkeiten allein bei der Saatguternte in Nordamerika auftreten können, ist in zahlreichen Publikationen niedergelegt (z.B. STREHLKE 1959, RACZ 1972). Wenn auch in Nordamerika bislang keine gesetzlichen Regelungen für die Saatguternte bestehen, so ist immerhin damit begonnen worden, mit Hilfe eines Zertifizierungssystems wenigstens in einem bestimmten Umfang den Ursprungsort des Saatgutes zu sichern (HADDOCK und SZIKLAI 1966, WESTERN FOREST SEED COUNCIL 1966, HOPKINS 1968, HERMANN 1969). In vielen Fällen ist jedoch die Überwachung noch immer nicht befriedigend.

Daneben wirken sich eine Reihe von Faktoren negativ auf den Saatgutmarkt aus. Infolge der Intensivierung der forstlichen Nutzung ist abzusehen, daß die geeigneten autochthonen Erntebestände abnehmen werden. Viele Forstverwaltungen im westlichen Nordamerika sind in den letzten Jahren dazu übergegangen, die Bestände künstlich zu verjüngen. Dies hat dazu geführt, daß der Eigenbedarf an Saatgut ganz erheblich angestiegen ist. Schon aus diesem Grund sind immer weniger Forstverwaltungen bereit, ihr bestes Saatgut zu exportieren. Außerdem konzentriert sich die Nachfrage der westeuropäischen Länder mehr und mehr auf relativ kleine Erntegebiete. Da hier das Saatgutaufkommen begrenzt ist, wird Material an den Käufer mit dem höchsten Gebot abgegeben, was bei zunehmender Nachfrage zu steigenden Saatgutpreisen führen muß. Es ist also anzunehmen, daß in den kommenden Jahren Engpässe bei der Lieferung von geeignetem Saatgut aus Nordamerika auftreten werden.

Wegen der wechselnden Qualität von importiertem Saatgut ist bereits vor geraumer Zeit angeregt worden, Material von einheimischen Beständen zu ernten, die bereits einem längeren Auslesepozeß unterlegen haben (z.B. BARTELS 1911, VOLK 1969). ROSSMÄSSLER (1951) geht sogar in seinen Empfehlungen soweit, die

Kulturplanung der Vorratslage an einheimischem Saatgut anzupassen und nur in Ausnahmefällen Samen aus Nordamerika einzuführen. Diese Vorschläge dürften jedoch bei dem derzeitigen Bedarf an der Realität vorbeigehen, zumal die Douglasie im hiesigen Raum nur unregelmäßig blüht und sehr schwach fruchtet. HESMER (1952) schätzt, daß in einem guten Samenjahr wie 1948 zwischen 3 000 und 3 500 kg Douglasiensamen in der Bundesrepublik geerntet worden sind. Zur Zeit kann der Bedarf nur in etwa zu einem Viertel aus den hiesigen Ernten gedeckt werden (WALKENHORST 1978, mündliche Mitteilung).

1.4 Problemstellung der Arbeit

Falls durch den Anbau von Douglasie eine langfristige Leistungssteigerung erreicht werden soll, sind eine Reihe von Anforderungen an die Qualität des Saatgutes zu stellen. Zur Nachzucht darf nur noch Vermehrungsgut verwendet werden, aus dem Bestände entstehen, die

- in ihrem phänologischen Verhalten dem hiesigen Klima weitgehend angepaßt,
- in ihrer Wuchsleistung einheimischen Baumarten deutlich überlegen,
- gegenüber Krankheiten weitgehend resistent sind sowie
- wertvolles Holz liefern.

Es ist jedoch schon jetzt abzusehen, daß sich diese Anforderungen nicht ohne weiteres erfüllen lassen. Daher müssen Maßnahmen eingeleitet werden, durch welche die Versorgung mit hochwertigem Saat- und Pflanzgut gesichert werden kann. Für einen Bereich wie das Bundesland Hessen sind folgende Schritte denkbar:

1. Abgrenzung geeigneter Erntegebiete in Nordamerika.

   Voraussetzung für ein solches Vorhaben sind exakte Kenntnisse über das Variationsmuster der Baumart und über das Adaptationsverhalten der einzelnen Ökotypen. Um mit ausreichender Sicherheit geeignete Erntegebiete abgrenzen zu können, ist dieser

Bereich bislang noch unzulänglich erforscht. Die vorhandenen Versuche erfassen das große Verbreitungsgebiet mit den zahlreichen verschiedenen Ökotypen nur punktuell; sie haben kaum inventierenden Charakter. Es ist also fraglich, ob alle Ergebnisse aussagefähig sind bzw. sich ohne weiteres auf Hessen übertragen lassen. Außerdem sind bei vielen Versuchen aber auch bei den meisten älteren einheimischen Douglasienbeständen die Angaben über die Ursprungsorte ziemlich unzureichend, so daß viele Versuchsergebnisse bzw. Anbauerfahrungen weder reproduziert, noch mit der erforderlichen Sicherheit bei der Auswahl von Erntegebieten eingesetzt werden können.

2. Überprüfung von einheimischen Beständen auf ihre Erbeigenschaften in Form von Nachkommenschaftstests.

   Wohl ist durch die Leistungen der vorhandenen älteren Bestände in vielen Fällen der genetische Wert und das Adaptationsvermögen der jeweiligen Herkunft nachgewiesen worden. Um jedoch auch hier eine differenzierende Aussage geben zu können, müssen Nachkommenschaftsprüfungen durchgeführt werden.

3. Vorschläge für die weitere züchterische Bearbeitung.

   Das bisherige Vorgehen bei der züchterischen Bearbeitung der Douglasie war zumeist an Methoden ausgerichtet, die für einheimische Baumarten entwickelt worden sind. In manchen Bereichen sind die angestrebten Erfolge ausgeblieben. Falls in den kommenden Jahren Hochleistungssaat- und -pflanzgut produziert werden soll, müssen Konzeptionen für die weitere Züchtungsarbeit entwickelt werden, die dieser Baumart angepaßt sind.

2. Versuchsmaterial und -flächen

2.1 Internationaler Douglasienprovenienzversuch der IUFRO

2.11 Saatguternte

Um diese offenen Fragen klären zu können, hat sich die Hess. Landesforstverwaltung zu einer Beteiligung am Versuch der IUFRO (International Union of Forest Research Organisations) entschlossen. Ernte, Lagerung und Verteilung des Saatgutes sind von H. BARNER, Tree Improvement Station in Humblebaek, Dänemark organisiert worden (326 kg von 182 Herkünften). Material wurde an 45 Institute in 30 Ländern abgegeben. Für die Ernte sind in der Regel nur großflächige, autochthone Bestände ausgewählt worden, die für ein größeres Waldgebiet als typisch anzusehen waren. Die genaue Lage der Erntebestände ist in Karten festgehalten worden; daneben wurden auch eine Reihe von Standorts- und Bestandesdaten erhoben. Um mögliche Inzucht-Einflüsse auszuschließen, beerntete man in jedem Bestand 15 bis 20 vorherrschende Bäume (keine Plusbäume), die gleichmäßig im Abstand von etwa 100 m über den Bestand verteilt waren. Von jedem dieser Bäume ist etwa die gleiche Menge an Zapfen geworben worden; auf diese Weise wurde versucht, bei der Mischung der Absaaten einen möglichst gleichmäßigen Querschnitt durch die jeweilige Population zu erhalten (BARNER 1973).

2.12 Versuchsmaterial

Entsprechend den Erkenntnissen aus älteren Versuchen sind für Hessen von dem Saatgutmaterial (Ernten 1966/67 und 1968) vor allem Herkünfte aus dem Küstenbereich von British Columbia, Washington und Oregon sowie aus dem Gebiet um den Shuswap-Lake ausgewählt worden. Der nördliche Bereich des Verbreitungsgebiets in British Columbia, das Interior von Washington und die südlichen Gebiete (z.B. Kalifornien) sind nur mit einzelnen Stichproben beteiligt. Der mittlere und südliche Teil der Rocky Mountains ist nicht vertreten. Aus Mexiko stammt eine Provenienz, die aber bereits in der Anzuchtphase ausgefallen ist.
Von BARNER wurden insgesamt 118 Herkünfte geliefert. Hiervon sind

jedoch nur 115 auf Versuchsflächen vertreten; diese kommen aus folgenden Gebieten:

Vancouver Island und Küstengebiet von British Columbia	19	Herkünfte
Interior von British Columbia	27	"
Washington	43	"
Oregon	22	"
Kalifornien	4	"

Daneben ist aus British Columbia Samenmaterial der handelsüblichen Qualität von zwei nordamerikanischen Firmen bezogen worden; 6 Herkünfte stammen aus dem Gebiet um den Shuswap-Lake, 3 von Vancouver Island. Die geographischen Daten und die Höhenlage der nordamerikanischen Herkünfte sind in Anhang 1 zu finden. Als Vergleich wurden noch 4 Prüfglieder aus Deutschland dem Versuch angeschlossen; es handelt sich um Saatgut der Sonderherkunft Südbaden sowie um Samen von Plusbäumen der Herkünfte Niedersachsen, Pfälzer Wald und Eifel.

2.2 Auswahl und Beerntung der Mutterbäume für den Einzelstammabsaatenversuch

Zur Überprüfung der Erbeigenschaften von einheimischen Douglasien sind in der Eifel sechs Bestände für die Beerntung ausgewählt worden. Die wichtigsten Bestandes- und Standortsdaten können Tabelle 1 entnommen werden. Bis auf die Fläche Daun-Ost Abt. 46 c sind alle zur Beerntung im Sinne der Bestimmungen des Gesetzes über forstliches Saat- und Pflanzgut in der Fassung vom 29. Oktober 1969 zugelassen. Bei dem Bestand im Forstamt Manderscheid handelt es sich sogar um einen der Anbauversuche aus dem Jahr 1882, die von DANCKELMANN organisiert worden sind (PUCHERT 1967). Bei der Ernte von 1968 waren keine Bäume mit gutem Zapfenbehang zu finden. Die wenigen Stämme (2 - 10 %) mit schwachem bis mittlerem Behang stockten hauptsächlich an den Bestandesrändern. Insofern können die Gegebenheiten für das Versuchsvorhaben nicht als sonderlich günstig bezeichnet werden. Insgesamt sind in den sechs Beständen von 91 Bäumen Absaaten eingebracht worden.

Tabelle 1: Daten der beernteten Douglasienbestände

Forstamt	Alter zur Zeit der Ernte	Flächengröße ha	Bestockungsanteil	Bonität (WIEDEMANN/SCHOBER)	Höhenlage üb. NN m	Geländeform	Ausgangsmaterial für die Bodenbildung	Bodenart	Gründigkeit	Geländewasserhaushalt	Anteil der Bäume mit Zapfenbehang %	Anzahl der beernteten Bäume	Vollkorn je Schnitt
1. Wittlich-West, Gemeindewald Bergweiler Abt. 16	38	5,0	0,50	II,5	230	steiler SW-Hang	Grauwacke und Tonschiefer	sandig-toniger Lehm	flach bis mittelgründig	mäßig trocken bis mäßig frisch	2	18	2 - 7 / 4
2. Wittlich-West, Gemeindewald Bruch Abt. 3 b	38	4,7	0,85	II,0	230	steiler S-Hang	Tonschiefer und Grauwacke	sandiger Lehm	flach- bis mittelgründig	trocken	4	20	2 - 22 / 7
3. Manderscheid Abt. 36 b	86	0,6	1,00	I,0	400	sanft geneigter Oberhang bzw. Plateaulage	Grauwacke und Tonschiefer	toniger Lehm	flach- bis mittelgründig	mäßig frisch	10	15	1 - 10 / 5
4. Daun-Ost Abt. 39 a	39	6,4	0,40	I,5	520	sanft geneigter N-Hang	Tonschiefer	sandiger Lehm	tiefgründig	mäßig frisch	2	15	1 - 17 / 5
5. Daun-Ost Abt. 46 c 1	32	0,5	1,00	I,5	500	eben	Tonschiefer	sandiger Lehm	tiefgründig	mäßig frisch	4	15	2 - 11 / 5
6. Prüm-Süd Abt. 79 c	57	0,5	1,00	I,0	380	eben bis schwach geneigt	Tonschiefer	sandiger Lehm	mittelgründig	mäßig frisch	2	8	4 - 8 / 5

2.3 Anzuchtflächen

Im März 1970 wurde Saatgut von 127 Herkünften und 91 Einzelstammabsaaten im Kamp des damaligen Hessischen Instituts für Forstpflanzenzüchtung in Hann.Münden ausgesät. Als Substrat verwendete man ein Torf/Sand-Gemisch (1 : 1). Für Nachbesserungen konnte 1971 erneut Saatgut von 108 Herkünften ausgebracht werden. Hier wurde neben dem Torf/Sand-Gemisch auch Nadelstreu als Substrat benutzt. Im Frühjahr 1971 sind diese Sämlinge der ersten Aussaat in der Revierförsterei Beberbeck, Forstamt Reinhardshagen, und in einem Kamp bei Lippoldsberg im Forstamt Karlshafen verschult worden. Wie Tabelle 2 zu entnehmen, liegen die beiden Verschulorte nur wenige Kilometer auseinander und dürften sich hinsichtlich der klimatischen Verhältnisse recht gut entsprechen. Sowohl Wasserversorgung als auch Ausgangsmaterial für die Bodenbildung (Lößlehm über mittlerem Buntsandstein) sind weitgehend gleich.

Tabelle 2: Klimaverhältnisse auf den Anzuchtflächen

Anzuchtflächen	Höhenlage üb. NN		Klimawerte der Wetterstationen			
	der Anzuchtfläche m	der Wetterstation m	Durchschnittstemperatur Jahr °C	Veg.-Zeit °C	Niederschläge Jahr mm	Veg.-Zeit mm
Hann.Münden	130	130	8,5	15,0	750	348
Beberbeck	260	240	8,0	14,3	725	352
Lippoldsberg	235	115	8,5	14,8	769	356

2.4 Versuchsflächen

2.41 Standortsverhältnisse

Die dreizehn Flächen verteilen sich ziemlich gleichmäßig über Hessen; Daten über Lage, Klima- und Standortsverhältnisse sind den Tabellen 3 und 4 zu entnehmen. Bei diesem Versuch wird das Spektrum

Tabelle 3: Geographische Lage und klimatische Verhältnisse der Versuchsflächen

Forstamt	geographische Lage östl. Länge	nördl. Breite	Höhenlage über NN m	Durchschnittstemperatur Jahr °C	Veg.-Zeit °C	Niederschlag Jahr mm	Veg.-Zeit mm	Klimatönung	Wuchsbezirk	Wuchszone	Art des Versuches *	Flächengröße ha
1. Bensheim Abt. 147 B	8°32'	49°38'	95	9,9	16,5	600	300	schwach bis mäßig subkontinental	Hessische Rheinebene	Zentrale Eichen-Mischwald-Zone	P, E	3,3
2. Gahrenberg Abt. 63 A	9°35'	51°25'	160-180	8,0	14,7	730	350	schwach subatlantisch	Reinhardswald	Untere Buchen-Mischwald-Zone	P	1,3
3. Hirschhorn Abt. 503	8°55'	49°27'	230-280	8,3	15,1	995	430	schwach subatlantisch	südl. Teil des Sandstein-Odenwaldes	Untere Buchen-Mischwald-Zone	P, E	2,0
4. Rotenburg Abt. 229	9°42'	51°01'	230-310	7,8	14,6	640	312	schwach subkontinental	Rotenburger und Melsunger Bergland	Untere Buchen-Mischwald-Zone	P, E	2,5
5. Sinntal Abt. 310	9°38'	50°14'	300-320	8,2	14,8	760	335	schwach subkontinental	Hess. Sinn-Spessart	Untere Buchen-Mischwald-Zone	P, E	2,7
6. Rauschenberg Abt.105 D/106	9°00'	50°54'	340	7,0	14,0	668	312	schwach subkontinental	Amöneburg-Neustädter Gebiet	Obere Buchen-Mischwald-Zone	P, E	4,3
7. Waldsolms Abt. 121 A	8°33'	50°25'	340-370	7,4	14,2	750	340	schwach subkontinental	Östlicher Hintertaunus	Obere Buchen-Mischwald-Zone	P, E	3,0
8. Bad Homburg Abt. 14 A	8°32'	50°15'	400-405	7,5	14,0	850	340	schwach subkontinental	Hochtaunus	Obere Buchen-Mischwald-Zone	P	1,3
9. Bad Homburg Abt. 49 A	8°28'	50°14'	630-650	6,4	12,8	900	460	schwach subatlantisch	Hochtaunus	Untere Buchen-Zone	E	1,0
10. Hilders Abt. 140	9°49'	50°26'	490-520	6,4	13,1	800	380	mäßig subatlantisch	Fuldaer Rhön-Vorland	Untere Buchen-Zone	P, E	2,7
11. Frankenberg Abt. 113	8°36'	51°06'	580-610	6,0	12,5	1000	400	subatlantisch	Rothaargebirgs-Ausläufer	Untere Buchen-Zone	P, E	2,9
12. Wanfried Abt. 10	10°13'	51°10'	440-445	7,2	13,8	600	300	schwach subkontinental	Ringgau und angrenzendes Werragebiet	Obere Buchen-Mischwald-Zone	P	1,0
13. Bad Sooden-Allendorf Abt. 375	9°52'	51°14'	750	5,0	12,4	1000	560	sehr stark subatlantisch	Meißner und Vorland	Obere Buchen-Zone	P	1,0

* P = Provenienzversuch

Tabelle 4: Standörtliche Verhältnisse der Versuchsflächen

Forstamt	Geländeform	Ausgangsmaterial für die Bodenbildung	Gründigkeit	Bodenart	Bodentyp	Humusform	Wasserhaushalt	Trophie
1. Bensheim Abt. 147 B	Ebene	diluviale Fluß- und Flugsande	sehr tiefgründig	anlehmiger Sand	Podsol-Braunerde bis Gley-Braunerde	Moder	frisch bis mäßig frisch	schwach mesotroph
2. Gahrenberg Abt. 63	steiler SW-Unter- bis Mittelhang	Hangschutt aus mittl. Buntsandstein mit Lößlehm	tiefgründig	schluffig feinsandiger Lehm	schwach podsolierte Braunerde	Moder	mäßig frisch	mesotroph
3. Hirschhorn Abt. 503	stark geneigter bis steiler W-Ober- bis Mittelhang	Hangschuttmaterial aus mittl. Buntsandstein mit Lößlehm	tiefgründig	schwach anlehmiger Sand	Podsol-Braunerde	rohh. Moder	mäßig frisch stellenweise frisch	gut oligotroph
4. Rotenburg Abt. 229	steiler S-Mittel- bis Unterhang	Hangschuttmaterial aus unterem Buntsandstein mit Lößlehm	tiefgründig	anlehmiger Feinsand	podsolierte Braunerde	Moder	mäßig frisch bis mäßig trocken	mesotroph
5. Sinntal Abt. 310	stark geneigter SO-Mittelhang	Hangschuttmaterial aus unterem Buntsandstein	tiefgründig	schwach anlehmiger Sand	Podsol-Braunerde	Moder	mäßig frisch bis mäßig trocken	schwach mesotroph
6. Rauschenberg Abt. 105 D/106	flacher Rücken bis Plateaulage	mittlerer Buntsandstein	tiefgründig	anlehmiger Sand	basenarme Braunerde	Rohhumus	mäßig frisch	gut oligotroph
7. Waldsolms Abt. 121 A	schwach bis mäßig geneigter SSO-Mittel- und Oberhang	Hangschuttmaterial aus devonischem Tonschiefer u.Grauwacke mit Lößlehm	mittelgründig	feinsandiger, grusiger, schluff. Lehm	Braunerde-Parabraunerde	mullart. Moder	mäßig frisch im Übergang zu mäßig trocken	gut mesotroph
8. Bad Homburg Abt. 14 A	Rücken	Hangschuttmaterial aus Taunusquarzit und Glimmersandstein	mittelgründig	schluffiger, lehmiger Feinsand	podsolierte Braunerde	rohh. Moder	mäßig frisch bis mäßig trocken	oligotroph
9. Bad Homburg Abt. 49 A	schwach geneigter SO-Mittelhang	Hangschuttmaterial aus Taunusquarzit und Glimmersandstein	tiefgründig	lehmiger Sand	podsolierte Braunerde	rohh. Moder	mäßig frisch	oligotroph
10. Hilders Abt. 140	mäßig bis stark geneigter W-Mittelhang	Hangschuttmaterial aus mittlerem Buntsandstein mit Lößlehm	mittelgründig	schluffig sandiger Lehm	Podsol-Braunerde	rohh. Moder	mäßig frisch stellenweise frisch	gut oligotroph
11. Frankenberg Abt. 113	stark geneigter bis steiler SSO-Mittelhang	Kulmische Lydite (Kiesel- und Tonschiefer)	mittelgründig	grusiger, schluffiger Lehm	Braunerde	Moder	mäßig frisch	mesotroph
12. Wanfried Abt. 10	Plateau	mittl.u.unterer Muschelkalk mit schwacher Lößbeimengung	mittel- bis tiefgründig	schluffig toniger Lehm	Kalkstein-Braunlehm	Mull	frisch	eutroph
13. Bad Sooden-Allendorf Abt. 375	Plateau	lößlehmartiges Material und Basalt	tiefgründig	schluffig toniger Lehm	Lockerbraunerde	Moder	frisch	mesotroph

von der Zentralen Eichen-Mischwaldzone bis zur Oberen Buchenzone erfaßt. Entsprechend den Empfehlungen von HENNE (1970) liegt der Schwerpunkt bei Standorten, deren Geländewasserhaushalt dem mäßig frischen bis mäßig trockenen Bereich zuzurechnen ist; die Flächen sind also zumeist auf "typischen" Douglasienstandorten angelegt worden. In zwei Fällen wurde jedoch von dieser Konzeption abgewichen: In Wanfried sollen eine Reihe von Provenienzen auf einem Muschelkalkstandort auf ihre Chloroseanfälligkeit und in Bad Sooden-Allendorf sollen einzelne Herkünfte auf dem Plateau des Meißners in 750 m Seehöhe auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Schneebruch getestet werden.

Die Standorte sind nach dem in Hessen üblichen Verfahren der Standortserkundung angesprochen worden (Leitfaden zur Standortserkundung im hessischen Staatswald LS 63, Hess. Forsteinrichtungsanstalt 1963). Klimawerte wie die Durchschnittstemperaturen, Jahresniederschläge sowie Temperaturen und Niederschläge während der Vegetationszeit (Mai bis September) sind entsprechend der angeführten Anweisung von benachbarten Klimastationen gutachtlich für die jeweilige Höhenlage der Versuchsfläche hergeleitet worden.

2.42 Anlageschema der Flächen

Nach dem Ausheben im Frühjahr 1973 wurden 12 Flächen mit dreijährigen Pflanzen (1 + 2) begründet. Der Versuch im Forstamt Gahrenberg ist erst ein Jahr später mit den Resten der für die Nachbesserungen vorgesehenen Pflanzen (Aussaat 1971) angelegt worden. Um eine effektive statistische Auswertung zu gewährleisten, wurden in fast allen Fällen als Versuchsschema Dreisatzgitteranlagen gewählt. Bei den Flächen in Wanfried und Bad Sooden-Allendorf zwangen zu geringe Pflanzenzahlen bzw. die gesonderten Fragestellungen zu einem Abgehen von diesem Anlageschema; es handelt sich hier um Versuche ohne Wiederholungen. Die Provenienzversuche sind in einem Fall (Rauschenberg) als 11 x 11 Dreisatzgitter und in neun Fällen (Bad Homburg, Abt. 14 A, Bensheim, Frankenberg, Hilders, Hirschhorn, Rotenburg, Sinntal, Waldsolms und Gahrenberg) als 8 x 8 Dreisatzgitteranlagen begründet. Die Flächen der Einzelstammabsaatenversuche verteilen sich wie folgt auf

10 x 10	Dreisatzgitteranlagen	Bensheim, Rauschenberg
9 x 9	Dreisatzgitteranlagen	Frankenberg, Waldsolms
8 x 8	Dreisatzgitteranlagen	Hilders und Sinntal
7 x 7	Dreisatzgitteranlagen	Bad Homburg, Abt. 49 A und Rotenburg
6 x 6	Dreisatzgitteranlagen	Hirschhorn

Wegen starker Ausfälle ist in Rotenburg eine Wiederholung des Einzelstammabsaatenversuches aufgegeben worden.

Die vorliegenden Versuche sind auf eine kurz- bis mittelfristige Versuchsdauer ausgelegt. Auf quadratischen Parzellen wurden von jeder Sorte 16 Pflanzen im 2 m x 2 m Verband ausgebracht; es sind also 48 Pflanzen je Prüfglied auf einer Fläche zu finden. In Wanfried und Bad Sooden-Allendorf wurde mit 25 bzw. 49 Pflanzen je Versuch gearbeitet. Um jedoch auch langfristige Beobachtungen durchführen zu können, ist inzwischen eine zweite Stufe von Provenienzversuchen mit einer geringeren Anzahl an Prüfgliedern aber höheren Pflanzenzahlen je Herkunft (147 oder 192 je Fläche) begründet worden.

3. Aufnahme- und Auswertungsmethoden

3.1 Kampaufnahmen

3.11 Saatbeet

Bei den Aussaaten von 1970 wurden vor dem Verschulen im Frühjahr 1971 bei 20 zufällig ausgewählten Sämlingen einer jeden Herkunft die Höhen gemessen. Die Früh- bzw. Winterfrostbonitur dieser Pflanzen erfolgte nach folgendem Schema:

1 ohne Frostschäden
2 Nadelspitzen braun
3 oberstes Viertel der Pflanze braun
4 1/4 bis 1/2 der Pflanze braun
5 1/2 bis ganze Pflanze braun

Daneben wurde pauschal die Nadelfarbe (DIN 6164) der Herkünfte eingestuft:

1 blaugrün
2 graugrün
3 grün
4 hellgrün
5 lichtgrün

Bei den Einzelstammabsaaten sind die Höhen von 30 Pflanzen gemessen worden. Im Herbst 1971 wurden bei den Aussaaten von 1971 (nur Provenienzen) die Höhen von 2 x 25 Pflanzen ermittelt. Gleichzeitig konnten die Nadelfarbe für jede Pflanze nach dem angeführten Schlüssel sowie die Anzahl der Pflanzen mit Johannistrieben festgehalten werden; daneben ist an diesen Pflanzen am 15. Oktober der Vegetationsabschluß nach dem folgenden Verfahren aufgenommen worden:

Endknospe am Terminaltrieb

1 nicht ausgebildet
2 schwach ausgebildet
3 ausgebildet (bräunlich, noch nicht differenziert)
4 gut ausgebildet
5 fertig ausgebildet (Knospe gestreckt und braun)

Verholzungsgrad des Terminaltriebes

1 nicht verholzt
2 nicht verholzt bis leicht verholzt (etwa 1/3 des Triebes von unten)
3 leicht verholzt (etwa 1/2 des Triebes)
4 leicht verholzt bis verholzt (etwa 2/3 des Triebes)
5 verholzt (ganzer Trieb)

An denselben Pflanzen wurden auch Früh- und Winterfrostschäden nach dem bereits angeführten Schlüssel bonitiert.

3.12 Verschulbeet

Die Pflanzen der Aussaat 1970 sind im Frühjahr 1971 verschult worden. Bei jeder Herkunft und jeder Einzelstammabsaat wurden zufällig 2 x 25 Pflanzen ausgewählt und markiert. Im Herbst (15. Oktober) konnten die Höhen (1971 und 1972), die Wurzelhalsdurchmesser (nur 1972) und die Johannistriebbildung (1971 und 1972) festgehalten werden; der Vegetationsabschluß ist nach dem bereits aufgeführten Schema in beiden Jahren aufgenommen worden. Bei der Ansprache der Knospenbildung am Terminaltrieb wurde 1972 auf die Zwischenstufen 2 und 4 verzichtet. Die Nadelfarbe der einzelnen Pflanzen war auch im Herbst 1972 nach der angeführten Farbskala zu bestimmen. Für Formbonituren (Herbst 1972) konnten folgende Abstufungen verwendet werden:

1 gerade
2 gebogen
3 geschlängelt
4 zwieselig
5 buschig

Die Entwicklung des Austriebes der Terminalknospe ist in der Zeit vom 7. April bis 26. Mai 1972 festgehalten worden. Auf die Beobachtung der Knospen an Seitenzweigen konnte aufgrund von Untersuchungsergebnissen von DIETZE und RACZ (1973) verzichtet werden. Insgesamt wurden 20 Beobachtungen (drei Termine je Woche: montags, mittwochs und freitags) durchgeführt. Hierbei verwendete man folgende Skala:

1 Terminalknospe geschlossen

2 Terminalknospe öffnet sich, grüne Nadelspitzen werden sichtbar

3 junge Nadeln der Terminalknospe sind von der Knospenbasis her sichtbar

4 Terminalknospe ausgetrieben, Nadeln noch gebündelt

5 Nadeln gespreizt

3.2 Versuchsflächenaufnahmen

Neben den eigentlichen Versuchsflächenaufnahmen sind bereits gegen Ende der Vegetationszeit 1973 (bei der Fläche Gahrenberg 1974) die Ausfälle erhoben worden. Die beiden Vollaufnahmen konnten drei bzw. fünf Vegetationsperioden (bei der Fläche Gahrenberg zwei bzw. vier) nach der Pflanzung durchgeführt werden; sie unterschieden sich etwas in der Intensität. Während im Herbst 1975 die Höhe gemessen und lediglich das Vorhandensein von Schäden durch Früh- bzw. Spätfrost, der Befall durch den Erreger der Rindenschildkrankheit Phomopsis pseudotsugae und Chlorose bonitiert wurden, sind 1977 zusätzlich die Höhen von 1976 ermittelt und Früh- und Spätfrost nach den folgenden Stufen erhoben worden:

1 keine Schäden

2 leicht geschädigt (nur einzelne Triebe)

3 geschädigt (etwa 1/3 der Triebe)

4 schwer geschädigt (die meisten Triebe)

Außerdem wurde noch der Anteil der Pflanzen mit Johannistrieben festgehalten. Für die Ansprache der Formen konnte folgendes Bonitierschema benutzt werden:

1 gerade

2 geschlängelt

3 krumm

4 zwieselig

5 ohne Höhentrieb (Terminalknospe ausgefallen)

6 korbförmig

7 buschig

3.3 Auswertungsmethoden

Um eine übersichtliche Auswertung der Aufnahmeergebnisse zu ermöglichen, müssen die Herkünfte nach geographischen und bioklimatischen Elementen gegliedert werden. Die Abgrenzung der Formen aus dem Küstenbereich und den Herkünften aus dem Interior erfolgte für British Columbia in Anlehnung an R.L. SCHMIDT (HEAMAN 1967) sowie HADDOCK und SZIKLAI (1966). In Washington wurde diese Linie nach SO bis zum Columbia River verlängert (Abb. 1). Nach dieser Einteilung werden 34 Herkünfte dem Interior und 92 Provenienzen dem Küstenbereich zugerechnet. Nach geographischen Gegebenheiten und Erfahrungen von den Aufnahmen sind beide Bereiche in insgesamt 15 Gebiete unterteilt worden:

1. BCN nördlicher Teil des Verbreitungsgebietes in British Columbia (8 Herkünfte)
2. BCNO nord-östlicher Teil des Verbreitungsgebietes in British Columbia (3 Herkünfte)
3. BCSH Shuswap-Lake-Gebiet (19 Herkünfte)
4. WO Ostteil von Washington und Süd-Osten von British Columbia (4 Herkünfte)
5. BCKU Küstenbereich von British Columbia (7 Herkünfte)
6. BCVA Vancouver Island (16 Herkünfte)
7. WNK Bereich zwischen Küste und Kaskaden (einschließlich der westlichen Teile) im nördlichen Washington und südwestlichen British Columbia (bis zum Frazer River) (9 Herkünfte)
8. WOL Olympic Peninsula (8 Herkünfte)
9. WST Tieflagen im südlichen Washington (4 Herkünfte)
10. WSK untere Lagen der westlichen Kaskaden in Süd-Washington (6 Herkünfte)
11. WKW mittlere und obere Lagen im Westteil der Kaskaden (bis zur Wasserscheide) in Washington und Oregon (nördlich des 45. Breitengrades) (9 Herkünfte)

12. WKO Ostteil der Kaskaden in Washington und Oregon (nördlich des 45. Breitengrades) (7 Herkünfte)

13. OKU Küstenbereich von Oregon (bis zur Wasserscheide der Coast Range) (8 Herkünfte)

14. OKA östliche Teile der Coast Range und westliche Teile der Kaskaden in Oregon. (Es wurde darauf verzichtet, für die Herkünfte vom Ostteil der Coast Range eine eigene Gruppe auszuscheiden, da von diesen 5 Herkünften nur eine auf einer einzigen Fläche vertreten ist.) (11 Herkünfte)

15. CAL Kalifornien sowie eine Herkunft aus dem Süden von Oregon (7 Herkünfte)

Die ersten vier dieser vorläufigen Gruppen umfassen das Material aus dem kontinentalen Klima des Interiors. Die Herkünfte von elf Gebieten (4. - 15.) stammen aus mehr ozeanisch getöntem Klima; diese Gruppen werden in den folgenden Ausführungen etwas vereinfachend unter die Begriffe "Küstenformen" bzw. "Küstenbereich" zusammengefaßt. Die Prüfglieder aus der Bundesrepublik werden unter einer eigenen Gruppe (16. BRD) aufgeführt. Bei den Einzelstammabsaaten bot es sich an, die Prüfglieder verteilt auf die 6 Erntebestände darzustellen.

Für die Auswertung der Kampaufnahmen sind alle erreichbaren Daten herangezogen worden, um ein möglichst umfassendes und abgerundetes Bild über dieses Stadium zu erhalten. Ein kleiner Teil (Verschulbeetaufnahmen 1971 und 1972 ohne Austriebsbonituren) ist bereits in eine von den an dem IUFRO-Versuch beteiligten Institutionen der Bundesrepublik gefertigte vorläufige Auswertung eingegangen (KLEINSCHMIT et al. 1974). Zunächst wurden die vorhandenen Daten zu arithmetischen Mittelwerten verdichtet, Varianz und Streuung ermittelt und die Werte auf Normalverteilung überprüft. Bei den qualitativen Merkmalen sind die Prozentwerte - soweit erforderlich (WEBER 1972) - für die Auswertung durch Winkeltransformationen (arc sin $\sqrt{x}$) aufbereitet worden. Die Stichprobenmittel wurden mit Hilfe von Varianzanalysen und Korrelationsrechnung weiter

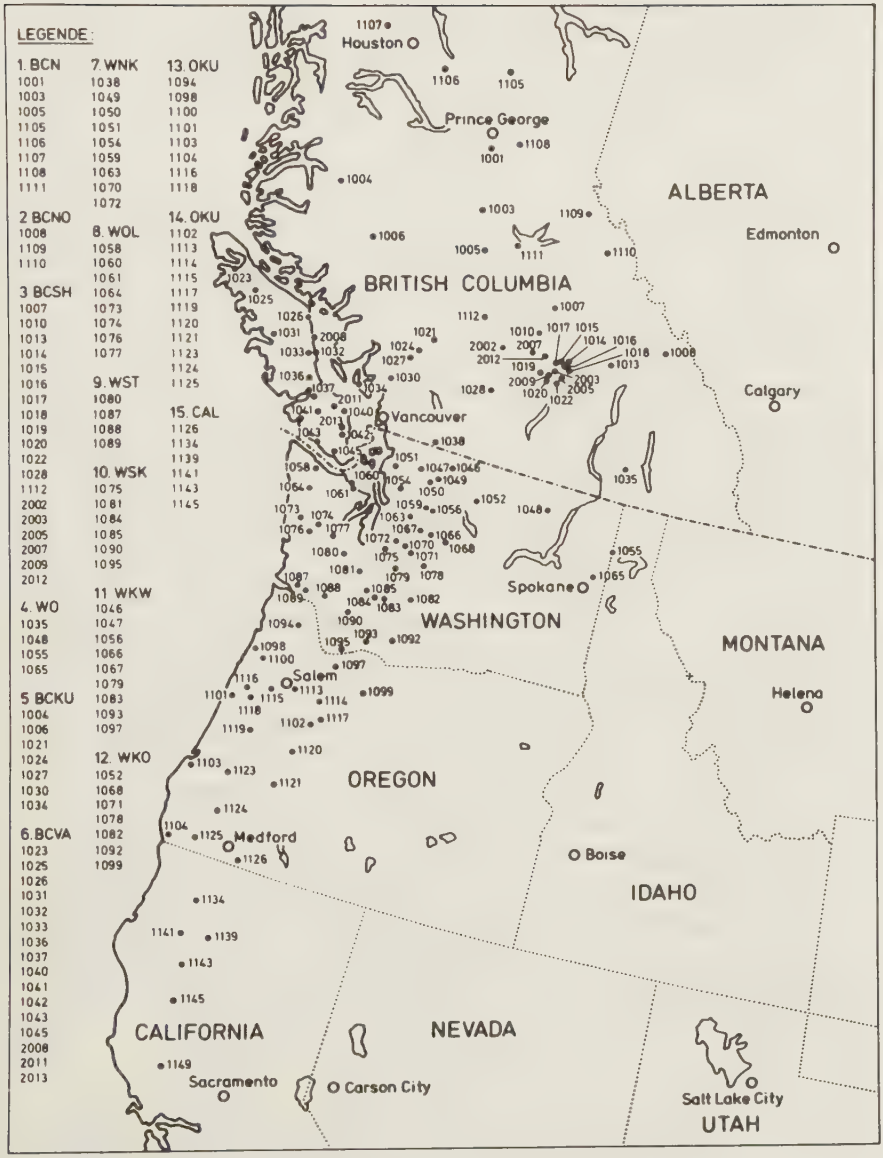

Abb. 1: Ursprungsorte der Herkünfte

untersucht. Im Rahmen dieser Auswertung konnte auch bei jeder Variablen die vorläufige Gruppeneinteilung überprüft werden. Um Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen zu ermitteln, ist wegen ungleicher Besetzung der LSD-Test (last significant distance) verwendet worden (SACHS 1972).

Bei den Flächenaufnahmen wurden die Daten jedes einzelnen Versuches zunächst einer Grundauswertung unterzogen (arithmetischer Mittelwert, Prüfung der Normalverteilung, Standardabweichung, Variationskoeffizient, Varianzanalyse, multipler t-Test, Duncan-Test). Die Prozentwerte, die bei den qualitativen Merkmalen angefallen sind, konnten soweit erforderlich transformiert werden. Um Schwierigkeiten umgehen zu können, welche durch den Vergleich von Höhenwerten von Provenienzversuchsflächen mit ungleicher Besetzung und verschiedenen Standorten entstehen, ist für jede Fläche ein Standard aus dem Mittelwert der Höhen von 14 Herkünften gebildet worden. Bei der Auswahl der Provenienzen (1001, 1007, 1016, 1019, 1022, 1034, 1048, 1052, 1073, 1077, 1079, 1097, 1100, 1112) wurde darauf geachtet, daß die Herkunftsgebiete von diesen Prüfgliedern in etwa repräsentiert werden und daß die Provenienzen in ihrem Wuchsverhalten auf den verschiedenen Flächen möglichst gleichsinnig reagieren. Die Flächen Wanfried, Bad Sooden-Allendorf und Gahrenberg sind nicht in die Hauptauswertung eingegangen, da neben anlagetechnischen Mängeln nicht alle "Standardherkünfte" vertreten sind. Bei der weiteren Auswertung der Höhen wurden die Differenzen der jeweiligen Mittelwerte eines Prüfgliedes zum Standard verwendet. Für die statistische Bearbeitung der Einzelstammabsaatenversuche war ein solches Vorgehen nicht erforderlich, da hier die einzelnen Prüfglieder gleichmäßiger auf den Flächen vertreten sind. Nach Tests zur Überprüfung der Normalverteilung wurden Varianzanalysen überwiegend nach dem Modell mit zufälligen Effekten (WEBER 1972) nach folgender Formel gerechnet:

$$Y_{ijv} = \mu + a_{ij} + b_v + (ab)_{ijv} + e_{ijv}$$

Y_{ijv} Beobachtungswert des i-ten Prüfgliedes der j-ten Herkunftsgruppe (Ausgangsbestand) am v-ten Anbauort;

μ Mittel der Grundgesamtheit, das dem Mittelwert aller Beobachtungen gleichgesetzt wird;

a_{ij} Effekt des i-ten Prüfgliedes in der j-ten Gruppe;

b_v Effekt des v-ten Anbauortes;

$(ab)_{ijv}$ Effekt durch Wechselwirkungen zwischen den Prüfgliedern und den Anbauorten;

e_{ijv} Fehlerabweichungen, welche durch zufällige Einflüsse auf die Beobachtungswerte verursacht werden.

Auch für die Auswertung der Flächen wurde bei den einzelnen Variablen versucht, Unterschiede zwischen den Herkunftsgebieten bzw. Ausgangsbeständen (LSD-Test) und Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Variablen mit Hilfe der Korrelationsrechnung nachzuweisen.

Zur Überprüfung der Gruppeneinteilung sind für die verschiedenen Kamp- und Flächenaufnahmen Diskriminanzanalysen gerechnet worden. Hier wurden alle greifbaren, ein Prüfglied charakterisierenden Größen eingegeben und durch schrittweises Vorgehen der beste Satz der trennenden Variablen selektiert. Um eine stabilisierende Wirkung zu erzielen, sind bei den Provenienzen auch geographische Koordinaten verwendet worden. Bei dem Rechengang (SPSS-Prozedur DISCRIMINANT) wird die Wahrscheinlichkeit über die Zugehörigkeit einer bestimmten Gruppe ermittelt und die einzelnen Prüfglieder der Gruppe mit der größten Wahrscheinlichkeit zugeordnet.

Für die Erfolgskontrolle von Züchtungsversuchen ist es unumgänglich, das Material dahingehend zu überprüfen, in welchem Umfang Versuchsergebnisse auf genetisch bedingten Unterschieden beruhen bzw. inwieweit diese Ergebnisse auch bei Anwendung in der Praxis wiederholbar sind. Ein Maßstab für solche Aussagen ist die Heritabilität. Bei den vorliegenden Untersuchungen kann nur die Heritabilität im weiteren Sinne (Verhältnis von genotypischer [additive und nicht additive] zu phänotypischer Varianz) nach

folgender Formel (STERN 1967, NANSON 1968 und 1970) geschätzt werden:

$$h_w^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_\varepsilon^2}{n}}$$

σ_g^2 genotypisch bedingte Varianz (Prüfglieder)

σ_ε^2 Fehler

n Anzahl der Flächen

Der mögliche genetische Gewinn bei Massenauslese wird nach der Formel

$$\Delta_{G_I} = i \cdot h^2 \cdot s$$

ermittelt, wobei s die Standardabweichung des Gesamtmittels ist; das Selektionsdifferential i hängt in seiner Größe von der Selektionsintensität ab und ist ein Maß für den Abstand des Mittelwertes der selektierten Gruppe ($\bar{x}_s$) zum Mittelwert der Gesamtpopulation ($\bar{x}$) (LERNER 1958, NANSON 1967). Um auch andere Selektionsmethoden (Familien- bzw. kombinierte Individual- und Familienselektion) für forstlich ausgerichtete Züchtungsmodelle nutzen zu können (LIBBY 1964, STERN und HATTEMER 1964), sind folgende Korrekturfaktoren (LERNER 1958, WRIGHT 1960, WEBER 1967) verwendet worden:

$$\frac{\Delta_{G_F}}{\Delta_{G_I}} = \frac{1 + (n - 1) \cdot r_G}{\sqrt{n \left[1 + (n - 1)\right] r_p}}$$

$$\frac{\Delta_{G_{FI}}}{\Delta_{G_I}} = \sqrt{1 + \frac{(r_G + r_p)^2}{1 - r_p} \cdot \frac{n - 1}{1 + (n - 1) \cdot r_p}}$$

Δ_{G_I} genetischer Gewinn bei Individualselektion;

Δ_{G_F} genetischer Gewinn bei Familienselektion;

$\Delta_{G_{FI}}$ genetischer Gewinn bei kombinierter Familien- und Individualselektion;

r_G bei Halbgeschwisterfamilien (Einzelstammabsaaten) 0,25

r_p $h^2 \cdot r_G$

n Anzahl der Pflanzen je Familie

Gerechnet wurde auf einer Anlage (UNIVAC 1108) der Deutschen Gesellschaft für Datenverarbeitung m.b.H. in Göttingen. Verwendet wurden dabei Standardprogramme von BMD (DIXON 1977), von SPSS (NIE et al. 1975) und solche, die von der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt entwickelt worden sind.

4. Ergebnisse der Baumschulaufnahmen

4.1 Höhenwuchsleistung

4.11 Unterschiede zwischen Provenienzen und Einzelstammabsaaten

Beide große Gruppen weisen bereits in der frühesten Jugendphase ganz verschiedene Entwicklungstendenzen auf. Zwischen den Leistungen von Einzelstammabsaaten und Provenienzen sind bei den vergleichbaren Aufnahmen im Saatbeet (1970) und nach dem Verschulen (1971 und 1972) hochsignifikante Unterschiede zu finden. Im Saatbeet bleiben zunächst die Einzelstammabsaaten hinter den Provenienzen zurück (Abb. 2); bereits im Alter von zwei bzw. drei Jahren lassen sie jedoch in der Höhenentwicklung die Herkünfte hinter sich. Nach einer Vegetationsperiode werden

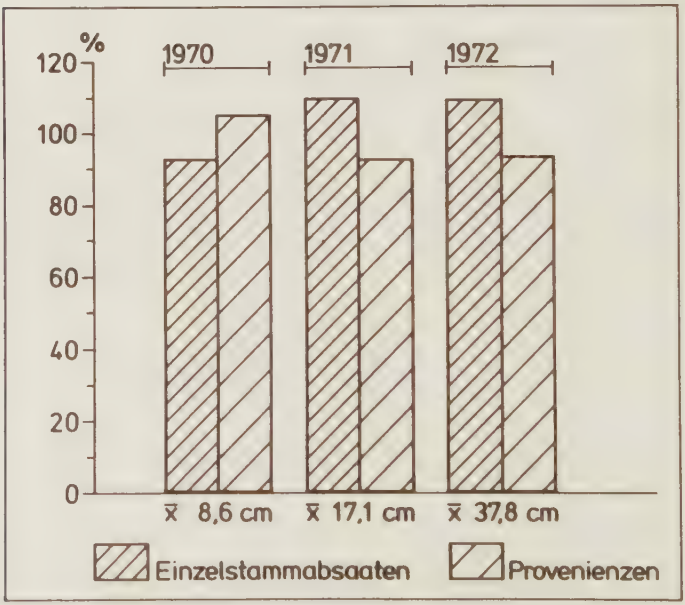

Abb. 2: Vergleich der Höhenmittelwerte von Einzelstammabsaaten und Provenienzen in der Baumschulphase

bei den zwei Gruppen relativ hohe Variationskoeffizienten erreicht (Mittelwerte der Prüfglieder: Einzelstammabsaaten v = 27,0 %; Provenienzen v = 28,7 %). Während die Einzelstammabsaaten in den folgenden Jahren eher einen Trend zur Homogenisierung der mittleren Höhen der Prüfglieder zeigen (1971 v = 15,8 %; 1972 v = 13,7 %), halten sich die Variationskoeffizienten der Herkünfte in etwa auf dem Niveau von 1970 (1971 v = 28,6 %; 1972 v = 28,4 %). Betrachtet man hingegen die Streuung der Einzelwerte innerhalb der jeweiligen Provenienzen bzw. Absaaten, so wird in beiden Fällen in etwa ein gleiches, relativ hohes Niveau gehalten; d.h. obwohl die Höhen der einzelnen Prüfglieder eine relativ große Streuung aufweisen, gleichen sich die Mittelwerte der Einzelstammabsaaten mehr und mehr aneinander an. Bei den Herkünften kann hingegen eine wesentlich stärkere Differenzierung beobachtet werden.

4.12 Provenienzen

Die verschiedenen Aufnahmeergebnisse im Saatbeet lassen sich nur bedingt miteinander vergleichen. Zum einen herrschten in den Jahren 1970 und 1971 völlig verschiedene Klimaverhältnisse, zum anderen sind 1971 etwa doppelt so viele Pflanzen je Prüfglied gemessen worden. Außerdem wurde 1971 das Material jeweils auf zwei unterschiedlichen Substraten ausgesät. Wenn auch zwischen der Höhenentwicklung auf beiden Substraten hochsignifikante Unterschiede vorliegen, so reagieren die Herkünfte in ihrer Wuchsleistung noch relativ gleichsinnig (r = 0,66***). 1970 und 1971 (beide Substrate) findet man im Saatbeet hochsignifikante Leistungsunterschiede zwischen den Herkünften des Küstenbereichs und den Provenienzen aus dem Interior. Im Herbst 1970 lagen die Herkünfte aus dem nordwestlichen Washington und dem südwestlichen British Columbia sowie die vier Prüfglieder aus der Bundesrepublik an der Spitze; 1971 dominierten eher Herkünfte aus südlicheren Teilen des Küstenbereichs. Relativ schlecht schneiden in dieser Phase die Herkünfte von der Olympic Peninsula ab. Die Provenienzen aus dem Interior sind 1970 nicht ganz so klar wie 1971 gegenüber den Lokalrassen aus dem Küstenbereich abzugrenzen (Abb. 3, Anhang 2).

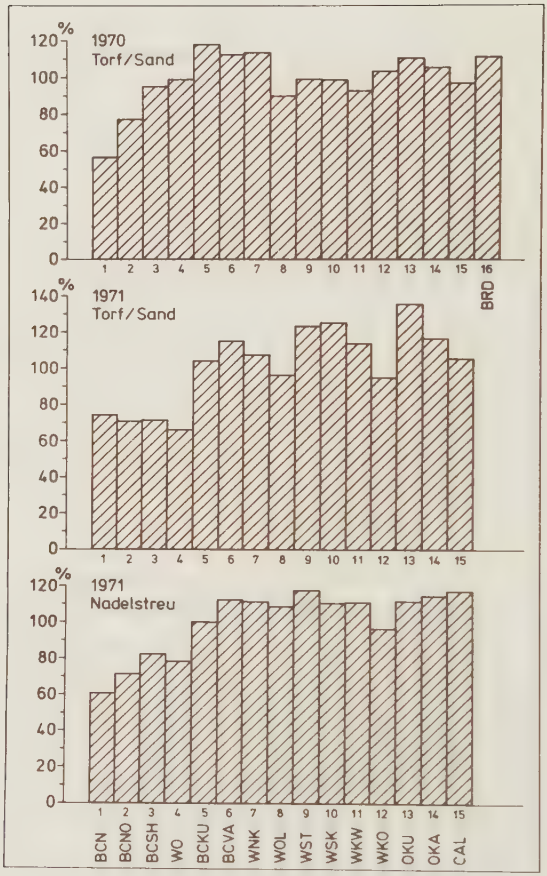

Abb. 3: Höhenentwicklung der einzelnen Herkunftsgruppen im Saatbeet bezogen auf die jeweiligen Mittelwerte

Nach dem Verschulen kann man bei den Pflanzen der Aussaat 1970 (Alter: 2 und 3 Jahre) eine ganz deutliche Differenzierung zwischen den beiden Bereichen beobachten (Abb. 4). Die vier Prüfglieder aus der Bundesrepublik weisen 1971 und 1972 einen deutlichen Vorsprung auf. Daneben bilden auch die Herkünfte von den tieferen und mittleren Lagen im nordwestlichen Washington und der Olympic Peninsula sowie die Provenienzen aus dem südwestlichen British Columbia eine in ihrer

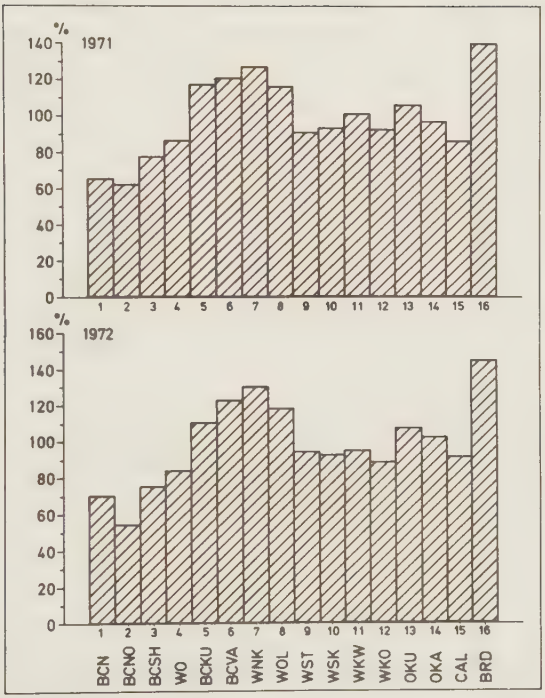

Abb. 4: Höhenentwicklung der einzelnen Herkunftsgruppen im Verschulbeet (Alter: 2- u. 3-jährig) bezogen auf die jeweiligen Mittelwerte

Leistung deutlich abgesetzte Gruppe. Insbesondere haben sich die Wuchsleistungen der Herkünfte von der Olympic Peninsula im Vergleich zum Saatbeet ganz erheblich gesteigert. Die Prüfglieder aus dem südlicheren Bereich sowie von den höheren Lagen der Kaskaden fallen demgegenüber ab (Anhang 3 und 7).

Trotz der unterschiedlichen Aussaat- und Aufnahmejahre bestehen zwischen allen Höhenmessungen stellenweise noch relativ enge Korrelationen (Tab. 5). Versucht man nun den Einfluß der geographischen Lage der Ursprungsorte auf die Wuchsleistung zu analysieren, so ist kein einheitliches Bild zu finden. Bei den Saatbeetaufnahmen von 1971 ist die geographische Breite schwach negativ mit der Wuchs-

Tabelle 5: Korrelationen der verschiedenen Höhenaufnahmen der Provenienzen in Abhängigkeit zu geographischer Breite, geographischer Länge und Höhenlage über NN

	alle Herkünfte					Herkünfte aus dem Interior					Herkünfte aus dem Küstenbereich				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
Höhenmessungen															
1. Saatbeet 1970 (Torf/Sand)	-					-					-				
2. Saatbeet 1971 (Torf/Sand)	0,28***	-				0,24	-				0,19	-			
3. Saatbeet 1971 (Nadelstreu)	0,39***	0,66***	-			0,44*	0,06	-			0,04	0,30**	-		
4. Verschulbeet 1971	0,57***	0,67***	0,55***	-		0,53***	0,17	0,25	-		0,51***	0,16	0,08	-	
5. Verschulbeet 1972	0,46***	0,64***	0,55***	0,90***	-	0,32	0,01	0,17	0,89***	-	0,39***	0,15	0,12	0,84***	-
Geographische Werte															
6. nördl. Breite	-0,13	-0,48***	-0,69***	-0,01	-0,03	-0,08	0,08	-0,52**	0,23	0,24	0,02	-0,18	-0,30**	0,28**	0,26*
7. westl. Länge	0,14	0,61***	0,43***	0,43***	0,48***	-0,12	-0,07	-0,53**	0,19	0,24	0,10	0,26*	0,15	0,25*	0,35***
8. Höhenlage über NN	-0,28**	-0,60***	-0,35***	-0,53***	-0,48***	-0,26	-0,70***	-0,26	-0,43*	-0,34*	-0,14	-0,24*	0,01	-0,38**	-0,31**

leistung korreliert; das bedeutet etwas verallgemeinert: Die Wuchsleistung sinkt, je weiter nördlich der Ursprungsort einer Herkunft liegt. Die geographische Länge ist hingegen überwiegend positiv mit den verschiedenen Höhen korreliert; die mehr westlich gelegenen Provenienzen haben also bessere Wuchsleistungen. Bei zunehmender Höhenlage findet man in der Baumschulphase abnehmenden Höhenwuchs. Teilt man nun das Material in Herkünfte aus dem Interior und solche aus dem Küstenbereich, so werden jedoch auch abweichende Trends deutlich.

4.13 Einzelstammabsaaten

Um nicht alle 91 Prüfglieder anführen zu müssen, sind Mittelwerte für die sechs Ausgangsbestände gebildet worden. Die Höhenentwicklung zeigt bei den drei Aufnahmen jeweils ganz unterschiedliche Tendenzen (Abb. 5); zwischen 1970 und 1972 hat sich die Rangfolge fast völlig

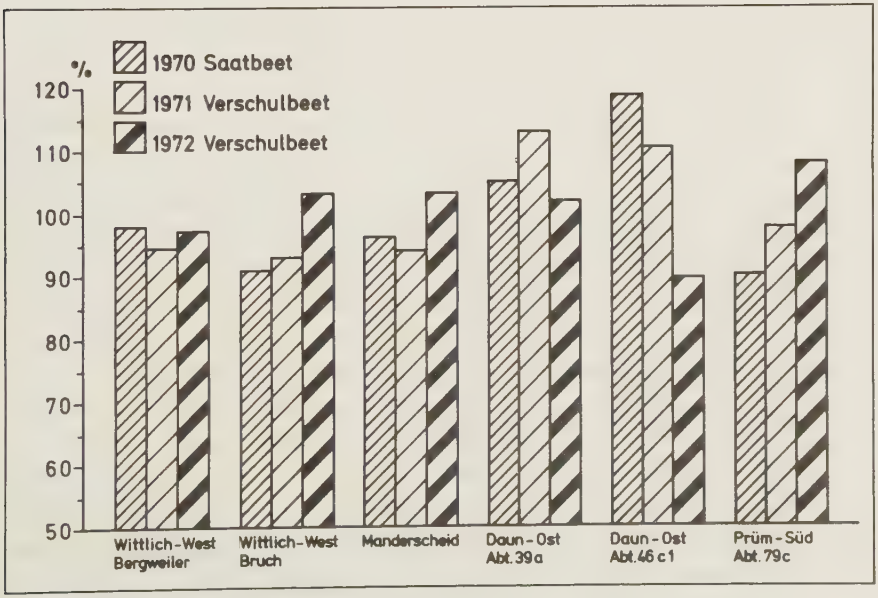

Abb. 5: Höhenentwicklung der Einzelstammabsaaten im Saat- und Verschulbeet in %

umgekehrt. Im Rahmen von Varianzanalysen lassen sich bei allen Aufnahmen hochsignifikante Unterschiede zwischen den sechs Ausgangsbeständen finden. Gesicherte Unterschiede (p = 5 %) zwischen den Ausgangsbeständen sind bei allen Aufnahmen durch den LSD-Test nachzuweisen (Anhang 4). Infolge der Veränderungen in der Rangfolge können lediglich zwischen den Höhen von 1970 und 1971 (r = 0,48***) und zwischen 1971 und 1972 (r = 0,28**) signifikante Korrelationskoeffizienten, nicht hingegen zwischen den Höhen von 1970 und 1972 (r = 0,09) hergeleitet werden.

4.2 Wurzelhalsdurchmesser

Wie bei der Wuchsleistung sind auch hier die Einzelstammabsaaten (Kampaufnahme von 1972) den Provenienzen überlegen (F = 4,83*). Zwischen den Beständen der Absaaten lassen sich jedoch nur zwischen Daun-Ost Abt. 46 (5,9 mm) und Gemeindewald Bruch (6,9 mm) signifikante Unterschiede nachweisen. Viel größer ist die Streuung hingegen bei den Herkünften. An der Spitze findet man die gleiche Rangfolge wie bei dem Höhenwuchs von 1972 (16. BRD 9,0 mm; 7. WNK 7,6 mm; 6. BCVA 7,0 mm; 8. WOL 6,7 mm; 5. BCKU 6,6 mm). Die Provenienzen vom Ostabfall der Kaskaden (12. WKO 6,3 mm) sowie aus dem östlichen Washington (4. WO 6,2 mm) haben recht gute Wurzelhalsdurchmesser aufzuweisen. Im Gegensatz zu ihrer Höhenentwicklung liegen die Herkünfte aus dem südlichen Washington und den höheren Lagen vom Westteil der Kaskaden (10. WSK 5,0 mm; 9. WST 4,8 mm; 11. WKW 4,8 mm) am Ende der Rangliste. Lediglich der nordöstliche Teil von British Columbia erreicht noch geringere Werte (2. BCNO 3,8 mm).

4.3 Phänologisches Verhalten

4.31 Austrieb im Frühjahr 1972

Bei der Besiedlung von freien Arealen (z.B. nach Brandkatastrophen) ist für Pionierbaumarten eine große Variationsbreite im phänologischen Verhalten von besonderer Bedeutung. Im Rahmen der Aufnahmen von 1972 konnten deutliche Unterschiede im Beginn, der Dauer und der Beendigung des Austriebes zwischen den Prüfgliedern, aber auch zwischen den einzelnen Pflanzen einer Herkunft oder einer Einzelstamm-

absaat beobachtet werden. Um nun das Verhalten der verschiedenen Pflanzen eines Prüfgliedes etwas zu homogenisieren, sind bei der Auswertung die Extreme nicht berücksichtigt worden. Definiert wurde als Beginn der Zeitpunkt, an dem mehr als 20 % der Pflanzen die Boniturstufe 2, und als Ende der Zeitpunkt, an dem mehr als 80 % der Pflanzen die Boniturstufe 5 erreicht hatten.

Bei den Einzelstammabsaaten findet man bei dem Austriebsbeginn eine geringere Streuung (s = 3,2 Tage) als beim Ende (s = 4,0 Tage). So erreichen z.B. alle Prüfglieder des Bestandes Daun-Ost Abt. 39 den definierten Austriebsbeginn am gleichen Tag. Unterschiede zwischen den sechs Beständen lassen sich nur bei dem Beginn absichern (F = 3,00*).

Erhebliche Differenzen bestehen hingegen zwischen den Herkünften aus dem Interior, dem Material vom Küstenbereich und den 4 Prüfgliedern aus der Bundesrepublik (Beginn: F = 18,77***; Ende: F = 15,68***). Verteilt man nun die Herkünfte auf die 16 Gruppen, so ist zu bemerken, daß sowohl bei Austriebsbeginn (F = 6,35***), als auch bei dem Ende (F = 5,34***) hochsignifikante Unterschiede vorliegen. Eine Differenzierung läßt sich im Rahmen des LSD-Tests nur zwischen den Gebieten mit dem frühesten (2. BCNO, 4. WO, 3. BCSH) und dem spätesten Austrieb (7. WNK, 8. WOL, 16. BRD) durchführen.

Abbildung 6 verdeutlicht, daß nur zwei Gruppen erheblich von der allgemeinen Einteilung im Küstenbereich und Interior abweichen. Es handelt sich um die Herkünfte aus dem nördlichsten Teil des Verbreitungsgebietes (1. BCN) und um Prüfglieder, die vom Ostabfall der Kaskaden in Washington und im nördlichen Oregon (12. WKO) stammen. Einzelne Gruppen verhalten sich in ihrem Austrieb sehr homogen, während bei anderen zu fragen ist, ob sie überhaupt in einer Gruppe zusammengefaßt werden können:

homogen		inhomogen	
Austriebsbeginn (Gesamtstreuung s = 6,5 Tage)			
	Streuung (s)		Streuung (s)
7. WNK	1,5 Tage	12. WKO	8,4 Tage
1. BCN	3,1 Tage	3. BCSH	6,3 Tage
8. WOL	3,4 Tage	10. WSK	6,0 Tage
		9. WST	6,0 Tage

homogen		inhomogen	
Ende des Austriebs (Gesamtstreuung s = 5,3 Tage)			
4. WO	1,0 Tag	15. CAL	8,7 Tage
16. BRD	1,0 Tag	13. OKU	6,4 Tage
1. BCN	1,6 Tage	6. BCVA	6,3 Tage
7. WNK	2,1 Tage	12. WKO	5,6 Tage
11. WKW	2,4 Tage		

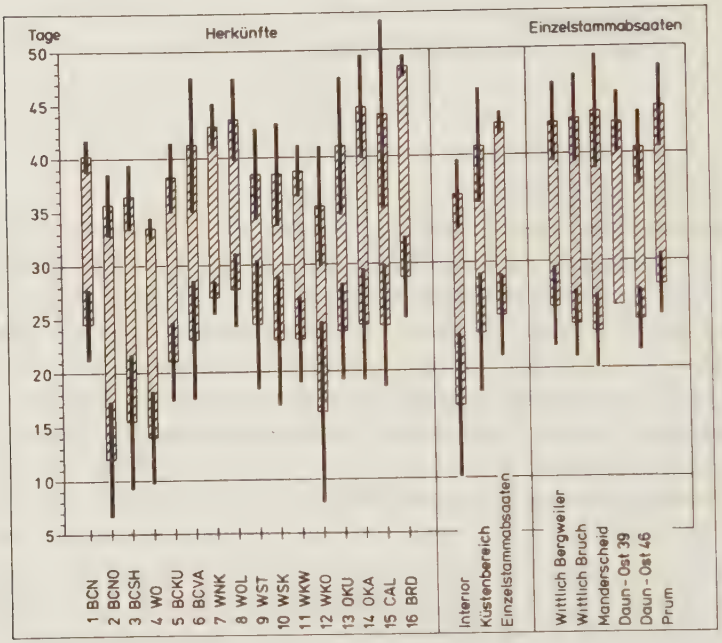

Abb. 6: Austriebsverhalten der Herkünfte und Einzelstammabsaaten im Verschulbeet (Austriebsdauer sowie Streuung bei Beginn und Ende)

Bei den Herkünften vom Ostabfall der Kaskaden (12. WKO) ist eine Gruppe von Herkünften zu finden, die in ihrem Verhalten eher den Provenienzen aus dem Interior zuzurechnen ist: 1052 Twisp, 1068 Chiwaukum, 1078 Cle Elum, 1082 Rimrock. Die anderen Herkünfte beginnen mit der Vegetation erst zu einem späteren Zeitpunkt, so daß sie mit den Provenienzen vom Westteil der Kaskaden verglichen werden können: 1071 Keechelus Lake, 1092 Glenwood, 1099 Pine Grove. Bei den

Prüfgliedern aus dem Bereich des Shuswap-Lake (3. BCSH) scheint hingegen die Höhenlage des Ursprungsortes das Austreiben deutlich zu beeinflussen. In der Gruppe von den tieferen Lagen des westlichen Teils der Kaskaden in Süd-Washington (10. WSK) weicht die Herkunft Packwood (1084) durch den extrem späten Beginn deutlich von den anderen ab. Aber auch auf Vancouver Island ist zu beobachten, daß drei Provenienzen, die aus dem Binnenland stammen, früher austreiben: 1036 Alberni, 1038 Franklin River, 1041 Caycuse.

Erst mit Hilfe von Korrelationen (Tab. 6) können hier einzelne Einflüsse geklärt werden. Die folgenden Tendenzen lassen sich nur

Tabelle 6: Korrelationen des Austriebs in Abhängigkeit von geographischer Lage und Höhe über NN der Ursprungsorte

	alle Provenienzen		Provenienzen aus dem Interior		Küstenbereich	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
1. Beginn des Austriebs	-		-		-	
2. Ende des Austriebs	0,71***	-	0,70***	-	0,67***	-
Geographische Werte						
3. nördl. Breite	-0,27***	-0,32***	0,42*	0,53**	-0,10	-0,22*
4. westl. Länge	0,52***	0,44***	0,61***	0,62***	0,16	0,21*
5. Höhenlage über NN	-0,15	0,11	0,45**	0,41*	-0,05	0,01

dann herleiten, wenn alle Prüfglieder in die Rechnung eingehen:

a) Der Austriebstermin verzögert sich, je weiter der Ursprungsort einer Herkunft von Norden nach Süden verschoben wird.

b) Der gleiche Einfluß ist auch in der Ost-West-Richtung zu beobachten.

Ein Einfluß der Höhenlage des Ursprungsortes läßt sich hier nicht nachweisen. Betrachtet man hingegen die beiden großen Gruppen Interior und Küstenbereich getrennt, so muß dieses Ergebnis etwas differenziert werden. Es sind z.B. bei den Korrelationskoeffizienten von nördlicher Breite und Beginn bzw. Ende des Austriebs bei den

Interior-Herkünften positive, bei der Gruppe Küstenbereich hingegen negative Werte zu finden. Für die Herkünfte aus dem Interior bedeutet dies: Je weiter der Ursprungsort nach Norden verschoben wird, umso später erfolgt der Austrieb. Bei den Prüfgliedern aus dem Küstenbereich ist kein einheitlicher Trend abzusichern. Die Ursache für diese Entwicklung kann an der Auswahl der Herkünfte liegen. Die südlicheren Provenienzen aus Oregon und Kalifornien stammen zumeist aus größeren Höhenlagen als die nördlicheren (Korrelationskoeffizient zwischen Breitengrad und Höhenlage $r = -0{,}54^{***}$). Es ist also anzunehmen, daß sich hier die Einflüsse von Höhenlage und Breitengrad gegenseitig überlagern. Aus diesem Grund hängt der Austrieb nur bei den Interior-Herkünften in begrenztem Rahmen von der Höhenlage ab: Er verzögert sich bei dem untersuchten Material aus dem Interior mit zunehmender Höhe über NN (z.B. 3. BCSH Shuswap Lake-Gebiet: Korrelationskoeffizient zwischen Höhenlage und Austriebsbeginn $r = 0{,}69^{***}$). Dies gilt allerdings nur für einen Rahmen zwischen 430 m und 1200 m über NN.

4.32 Vegetationsabschluß

4.321 Knospenbildung am Terminaltrieb

Bevor auf die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen eingegangen wird, ist zu bemerken, daß die Knospenbildung im Verschulbeet deutlich früher einsetzt als im Saatbeet. Während wir im Saatbeet fast ausschließlich die Entwicklungsstufen 1 und 2 finden, ist im Verschulbeet zum gleichen Zeitpunkt bereits die Stufe 3 stark vertreten. Daneben ist auch im Saatbeet der Einfluß des Substrats zu beobachten: Bei Nadelstreu beginnt die Knospenbildung etwas später. Um überhaupt mit vergleichbaren Werten arbeiten zu können, mußten jeweils unterschiedliche Entwicklungsstadien zum Zeitpunkt der Aufnahme berücksichtigt werden. Aus diesem Grund sind z.B. in die Korrelationsrechnung für die Saatbeetaufnahmen die Boniturstufe 1, für das Verschulbeetstadium 1971 die Stufen 1 und 2 und für 1972 - da Stufe 2 nicht aufgenommen worden ist - die Bonituren 1 und 3 eingegangen.

Zwischen den Herkünften aus dem Interior und den Provenienzen aus dem Küstenbereich sind deutliche Unterschiede zu bemerken (Abb. 7);

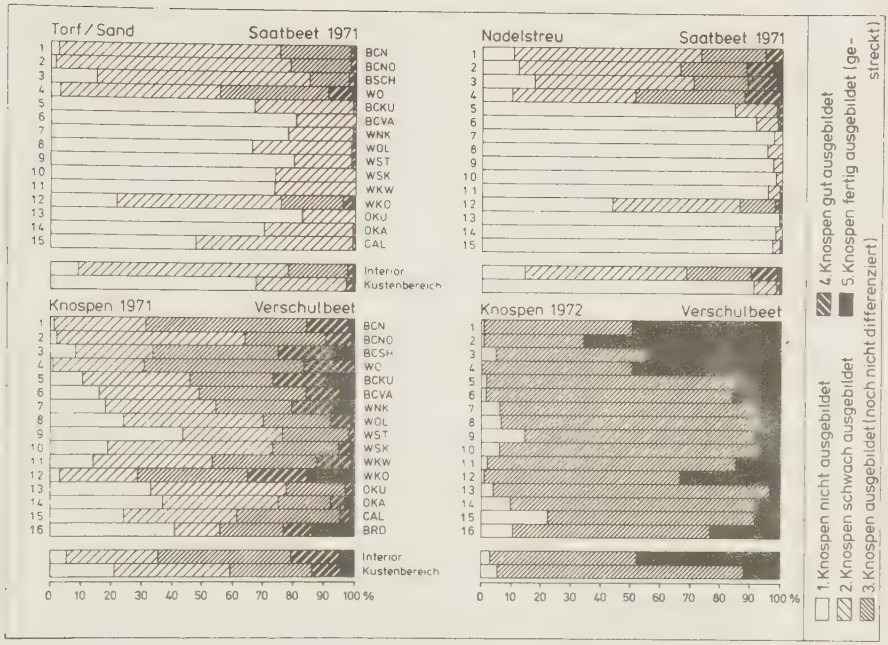

Abb. 7: Knospenbildung am Terminaltrieb (Anteil der Pflanzen in der jeweiligen Stufe)

im Saatbeet prägen sich diese stärker aus als nach dem Verschulen. Die Provenienzen aus dem Interior sind also fast immer in der Knospenbildung weiter fortgeschritten. Die Herkünfte vom Ostteil der Kaskaden (12. WKO) sind auch hier als inhomogen zu bezeichnen; wie bei dem Austrieb kann die gleiche Aufteilung der Herkünfte in zwei Gruppen beobachtet werden, von denen eine mehr zum Küstenbereich, die andere mehr zum Interior tendiert. Zu den Herkünften, die als letzte mit der Knospenbildung beginnen, zählen bei allen Aufnahmen die Provenienzen aus Oregon (13. OKU und 14. OKA) und aus Süd-Washington (9. WST, 10. WSK). Im Verschulbeet ist 1971 eine etwas stärkere Differenzierung zu bemerken. Hier scheinen die Herkünfte aus dem Süd-Westen von British Columbia und dem Nord-Westen von Washington etwas früher Knospen zu bilden (5. BCKU, 6. BCVA, 7. WNK, 11. WKW).

Tabelle 7: Korrelationen der Knospenbildung in Abhängigkeit von geographischer Lage und Höhe über NN der Ursprungsorte

	alle Provenienzen				Interior				Küstenbereich			
	Saatbeet		Verschulbeet		Saatbeet		Verschulbeet		Saatbeet		Verschulbeet	
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1. Saatbeet 1971 (Torf/Sand-Stufe 1)	-				-				-			
2. Saatbeet 1971 (Nadelstreu-Stufe 1)	0,87***	-			-0,05	-			0,69***	-		
3. Verschulbeet 1971 (Stufe 1 und 2)	0,43***	0,47***	-		0,09	-0,03	-		0,34***	0,46***	-	
4. Verschulbeet 1972 (Stufe 1 und 3)	0,70***	0,73***	0,39***	-	-0,11	0,15	-0,04	-	0,61***	0,70***	0,49***	-
Geographische Werte												
5. nördl. Breite	-0,48***	-0,65***	-0,42***	-0,41***	-0,20	-0,10	-0,31	-0,24	0,14	-0,21	-0,37***	-0,25*
6. westl. Länge	0,61***	0,62***	0,09	0,29**	-0,23	-0,06	-0,37*	-0,21	0,44***	0,30***	0,15	0,16
7. Höhenlage	-0,60***	-0,39***	-0,12	-0,28**	-0,53**	0,14	0,31	0,24	-0,51***	-0,13	-0,10	-0,21*

Zwischen den verschiedenen Knospenaufnahmen bestehen bei dem gesamten Material relativ enge Korrelationen (Tab. 7); die meisten Herkünfte reagieren also ziemlich gleichsinnig. Dies läßt sich jedoch nicht bei den Provenienzen aus dem Interior nachweisen. Signifikante Korrelationskoeffizienten zwischen Knospenbildung und geographischer Lage sind wiederum vor allem nur dann zu finden, wenn der ganze Versuch betrachtet wird. Je weiter der Ursprungsort nach Norden verschoben wird, umso früher setzt die Knospenbildung ein. Ähnliches kann man in der West-Ostrichtung beobachten. Natürlich ist auch die Höhenlage von Bedeutung; d.h. je höher ein Ursprungsort über dem Meeresspiegel liegt, umso früher setzt i.d.R. die Knospenbildung ein.

Die Einzelstammabsaaten verhalten sich bei diesen Aufnahmen in etwa wie Provenienzen aus dem Küstenbereich (Abb. 8).

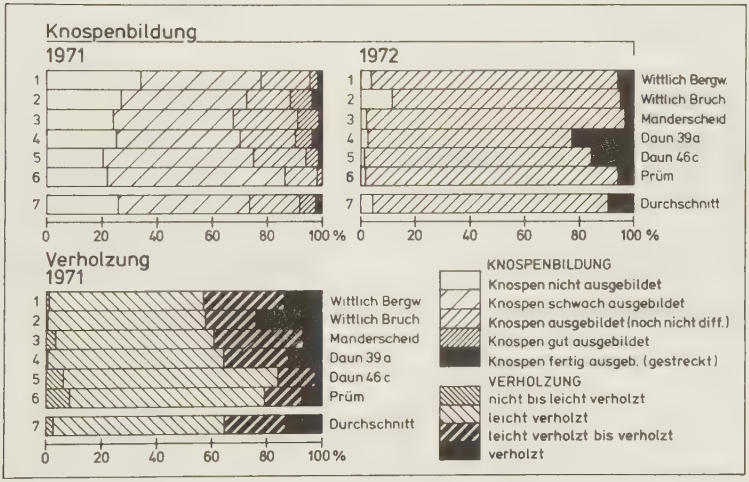

Abb. 8: Knospenbildung und Verholzung am Terminaltrieb

4.322 Verholzung des Terminaltriebes

Wie bei der Knospenbildung setzt die Verholzung im Nadelstreubeet etwas später ein. Bei verschulten Pflanzen ist ebenfalls die Entwicklung weiter fortgeschritten als im Saatbeet; man findet also einen

höheren Anteil an besser verholzten Pflanzen. Die Kontraste zwischen den einzelnen Gruppen werden wieder dann am deutlichsten, wenn nur einzelne Boniturstufen betrachtet werden. Auch hier beobachtet man das gleiche wie bei der Knospenbildung: Die Herkünfte aus dem Interior weisen bei den Aufnahmen von 1971 wesentlich bessere Verholzungsgrade auf als die Prüfglieder aus dem Küstenbereich (Abb. 9).

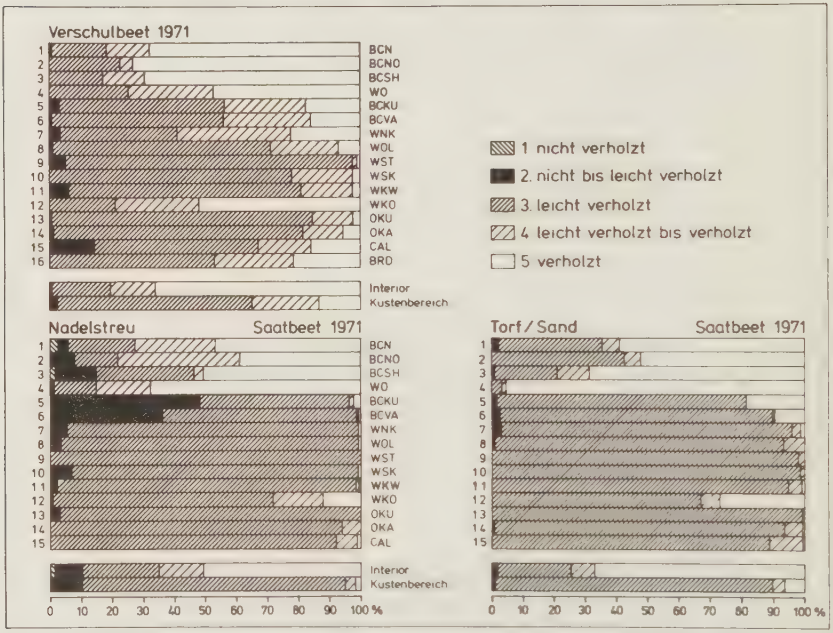

Abb. 9: Verholzung des Terminaltriebes (Anteil der Pflanzen in der jeweiligen Stufe)

Zwischen beiden Gruppen liegen wieder die Herkünfte vom Ostteil der Kaskaden (12. WKO). Von den Herkünften aus dem Küstenbereich sind im Verschulbeet Provenienzen vom nord-westlichen Washington (7. WNK) am günstigsten zu beurteilen. Auch hier findet man Korrelationen zwischen den einzelnen Aufnahmen. Wie aus Tabelle 8 zu ersehen, beeinflussen geographische Lage sowie die Höhe des Ursprungsortes die Entwicklung der Verholzung. Die Einzelstammabsaaten verhalten sich in etwa wie die Herkünfte aus dem Küstenbereich (Abb. 8).

Tabelle 8: Korrelationen von Verholzung in Abhängigkeit von geographischer Lage und Höhenlage der Ursprungsorte

	Geographische Werte			Verholzung	
	nördl. Breite	westl. Länge	Höhen-lage	1.	2.
alle Provenienzen					
1. Saatbeet 1971 (Torf/Sand-Stufe 3)	-0,59***	0,63***	-0,42***	-	
2. Saatbeet 1971 (Nadelstreu-Stufe 3)	-0,67***	0,35***	-0,24**	0,73***	-
3. Verschulbeet 1971 (Stufe 1, 2, 3)	-0,45***	0,20*	-0,24**	0,56***	0,45***
Interior					
1. Saatbeet 1971 (Torf/Sand)	0,51**	0,23	-0,27	-	
2. Saatbeet 1971 (Nadelstreu)	-0,11	-0,08	0,14	-0,23	-
3. Verschulbeet 1971	-0,42*	-0,44*	0,32	-0,06	0,07
Küstenbereich					
1. Saatbeet 1971 (Torf/Sand)	-0,22	0,23*	-0,18	-	
2. Saatbeet 1971 (Nadelstreu)	-0,21	0,30**	-0,13	0,51***	-
3. Verschulbeet 1971	-0,27	0,14	-0,15	0,26*	0,11

4.33 Zusammenhänge zwischen den phänologischen Aufnahmen

Im Saatbeet ist 1971 ein enger Zusammenhang zwischen Knospenbildung und Verholzung zu finden; es werden also immer hochsignifikante Korrelationskoeffizienten erreicht:

	Verholzung 1971	
	Torf/Sand	Nadelstreu
Knospenbildung 1971		
Torf/Sand	0,73***	0,87***
Nadelstreu	0,88***	0,81***

Diese gegenseitige Abhängigkeit ist bei den Provenienzen aus dem Küstenbereich etwas deutlicher ausgeprägt als bei den Herkünften aus dem Interior. Nach dem Verschulen ist der Austriebsbeginn mit der

Knospenbildung (1971: r = 0,31***; 1972: r = 0,41***) und der Verholzung (r = o,24**) schwach korreliert. Verholzung und Knospenbildung stehen in diesem Stadium ebenfalls in engem Zusammenhang (1971: r = 0,71***; 1972: r = 0,49***). Während bei den Herkünften aus dem Küstenbereich lediglich zwischen dem Austriebsbeginn und der Verholzung keine Beeinflussung nachzuweisen ist, finden wir bei den Provenienzen aus dem Interior nur bei der Knospenbildung von 1971 und der Verholzung einen günstigen Korrelationskoeffizienten (r = 0,77***).

Auch bei den Einzelstammabsaaten ist der Austriebstermin mit der Verholzung (r = 0,29**) und der Knospenbildung 1971 (r = 0,34***) nur ziemlich schwach korreliert; außerdem ähnelt sich die Entwicklung von Verholzung und Knospen (r = 0,65***).

4.4 Johannistriebbildung

Betrachtet man die Ergebnisse der vier Aufnahmen (Abb. 10), so wird deutlich, daß keine einheitliche Entwicklung zu finden ist.

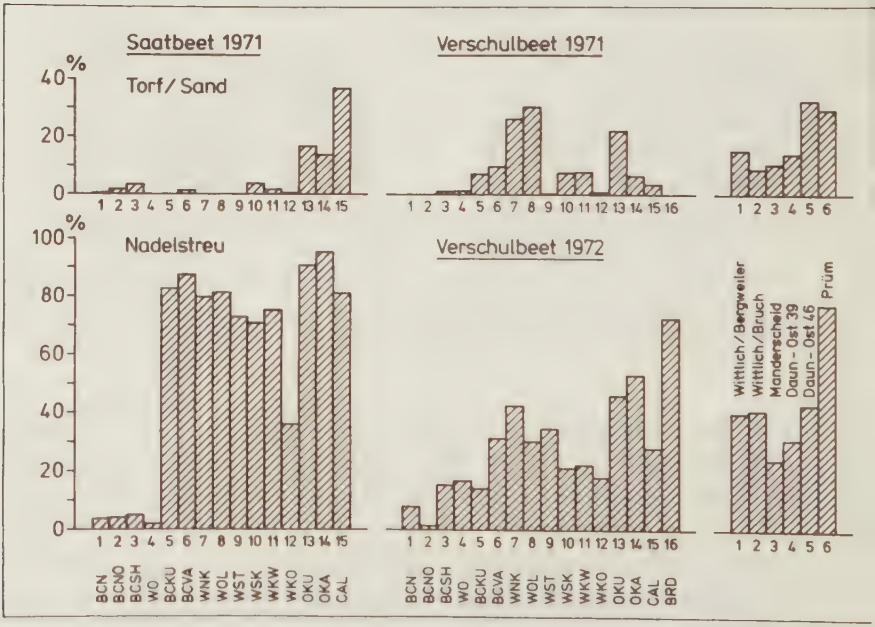

Abb. 10: Anteil an Pflanzen mit Johannistrieben in der Anzuchtphase

Im Saatbeet (1971) weichen die Ergebnisse von beiden Substraten klar voneinander ab. Erst wenn sich alle Wuchsfaktoren im Optimum befinden (Nadelstreu), lassen sich Unterschiede zwischen dem Interior und dem Küstenbereich erkennen. Die Aufnahmen im Verschulbeet von 1971 und 1972 zeigen erhebliche Abweichungen. Immerhin kann festgehalten werden, daß die Herkünfte aus dem Interior (1. BCN, 2. BCNO, 3. BCSH, 4. WO) und die Provenienzen vom Ostteil der Kaskaden (12. WKO) immer den Gruppen mit dem geringsten Anteil an Johannistrieben zuzurechnen sind. Die Prüfglieder aus der Bundesrepublik (16. BRD) und die Einzelstammabsaaten weisen starke Unterschiede zwischen den Jahren 1971 und 1972 auf.

4.5 Frostschäden

Für diesen Bereich liegen lediglich Aufnahmen von Früh- und Winterfrost im Saatbeet (1970 und 1971) vor. Die Abbildung 11 verdeutlicht, daß

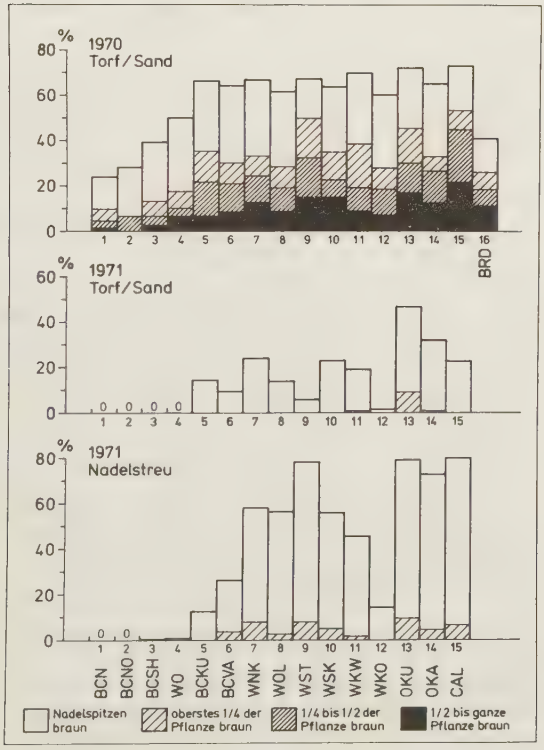

Abb. 11: Anteil an Pflanzen mit Frostschäden im Saatbeet (1-jährig) in Prozent

die Schadensintensität offensichtlich von der Witterung eines Jahres und von dem Substrat im Saatbeet abhängt. Geringe Schäden weisen die Herkünfte aus dem Interior auf (1. BCN, 2. BCNO, 3. BCSH, 4. WO); die Provenienzen vom Ostteil der Kaskaden (12. WKO)liegen wie auch bei anderen Aufnahmen zwischen den beiden großen Gruppen (Anhang 5). Besonders stark sind die Herkünfte von den Tieflagen im südlichen Washington (9. WST), von dem Küstenbereich in Oregon (13. OKU) sowie aus Kalifornien (15. CAL) geschädigt.

In der Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten (Tab. 9) ist

Tabelle 9: Korrelationen zwischen dem Anteil der Pflanzen, welche nicht durch Früh- und Winterfrost geschädigt sind, und geographischen Koordinaten, der Höhenlage und dem Vegetationsabschluß

	alle Provenienzen			Küstenbereich		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Saatbeet						
1. Torf/Sand 1970	-			-		
2. Torf/Sand 1971	0,52***	-		0,35**	-	
3. Nadelstreu 1971	0,59***	0,79***		0,31**	0,68***	-
4. Knospenbildung 1971 - Stufe 1	-	-0,71***	-0,62***	-	-0,57***	-0,44**
5. Verholzung 1971 - Stufe 1	-	-0,79***	-0,78***	-	-0,55***	-0,62***
Geographische Werte						
6. geographische Breite	0,44***	0,64***	0,81***	0,21	0,47***	0,69***
7. geographische Länge	-0,22*	-0,42***	-0,46***	-0,03	-0,15	-0,04
8. Höhenlage üb. NN	0,29**	0,33***	0,16	0,11	0,16	-0,18

eine gute Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Aufnahmen zu bemerken. Es wurde jedoch darauf verzichtet, die Werte des Interiorbereiches gesondert aufzuführen, da hier wegen der zu geringen Schäden keine Einflußfaktoren erkennbar sind. Für die Gesamtheit der Herkünfte und für den größten Teil der Aufnahmedaten von Provenienzen aus dem Küstenbereich läßt sich folgender Trend nachweisen:

a) Je weiter der Ursprungsort einer Herkunft im Norden liegt, umso weniger Frostschäden sind zu beobachten. Dies gilt auch gesonder

dert für den Küstenbereich (Aufnahme 1971): Hier scheinen die Herkünfte aus dem nord-westlichen Washington und dem südwestlichen British Columbia etwas begünstigt zu sein (5. BCKU, 6. BCVA, 7. WNK, 8. WOL).

b) Je weiter der Ernteort von Osten nach Westen verschoben wird, umso eher ist mit Frostschäden zu rechnen. Dies gilt nicht, wenn man die Prüfglieder vom Küstenbereich für sich betrachtet.

c) Nicht ganz so eindeutig ist der Einfluß der Höhenlage nachzuweisen. Immerhin scheinen in vielen Fällen die Schäden mit zunehmender Höhenlage etwas abzunehmen.

Vergleicht man nun diesen Bereich mit den Aufnahmen über den Vegetationsabschluß, so ergeben sich enge Korrelationen zwischen Knospenbildung sowie Verholzung und den Frostschäden. Das bedeutet: Je höher der Anteil mit früher Knospenbildung und guter Verholzung, umso geringer ist die Anzahl der Pflanzen, die durch Frost geschädigt werden.

4.6 Nadelfarbe

Dieses Merkmal ist 1971 im Saatbeet (beide Substrate) und 1972 im

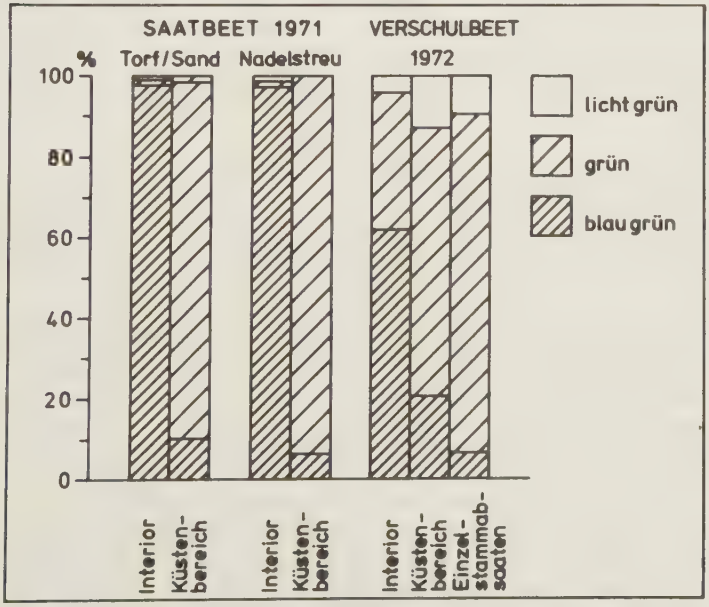

Abb. 12: Anteil der Pflanzen an den Farbabstufungen in %

Verschulbeet festgehalten worden. Hierbei wurden die Farbskalastufen 2 (graugrün) und 4 (hellgrün) kaum benutzt; sie sind also auch nicht in die weitere Auswertung eingegangen. Während im Saatbeet die Farbunterschiede zwischen Interior (blaugrün) und dem Küstenbereich (grün) deutlich ausgebildet sind, finden wir bei dreijährigen Douglasien auch bei den Interior-Herkünften eine ganze Anzahl von grünen und einen kleineren Anteil von lichtgrünen Pflanzen (Abb. 12). Mit zunehmendem Alter scheinen sich die Unterschiede etwas zu verwischen. Die Einzelstammabsaaten sind mit den Provenienzen aus dem Küstenbereich vergleichbar.

Im Saatbeetstadium bestehen zwischen Nadelfarbe und den geographischen Koordinaten sowie der Höhenlage ziemlich enge Korrelationen (Tab. 10). Der Anteil an blaugrünen Pflanzen nimmt also nach Norden

Tabelle 10: Korrelationen zwischen Anteil der grünen Pflanzen (Farbstufe 3) und der geographischen Lage sowie dem Vegetationsabschluß

Saatbeet 1971 (Torf/Sand)	alle Herkünfte	Interior	Küstenbereich
Saatbeet 1971 (Nadelstreu)	0,91***	0,12	0,59***
geographische Breite	-0,67***	-0,11	-0,27*
geographische Länge	0,59***	-0,06	0,14
Höhenlage	-0,38***	-0,30	-0,08
Knospenbildung (Stufe 1)	0,86***	0,45**	0,58***
Verholzung (Stufe 1)	0,91***	0,40*	0,76***

bzw. nach Osten hin und mit steigender Höhenlage zu. Daneben bilden blaugrüne Pflanzen eher Knospen, und ihre neuen Triebe verholzen früher. Obwohl zwischen Saat- und Verschulbeet noch recht gute Übereinstimmung zu beobachten ist (Nadelstreu $r = 0,50^{***}$; Torf/Sand $r = 0,53^{***}$), sind bei den dreijährigen Douglasien die Einflüsse der geographischen Lage nicht mehr ganz so eindeutig (Breitengrade: $r = 0,32^{***}$; Längengrade: $r = 0,21^{*}$; Höhenlage $r = -0,13$ n.s.). Bei Knospenbildung und Verholzung finden wir jedoch ähnliche Beziehungen. Daneben treiben viele blaugrüne Pflanzen früher aus als die grünen und lichtgrünen ($r = 0,39^{***}$); das gleiche gilt auch in bestimmtem Rahmen für die Einzelstammabsaaten ($r = 0,29^{**}$).

4.7 Wuchsform

Bei den ersten Formansprachen an dreijährigen Douglasien im Verschulbeet sind kaum Abweichungen zwischen den beiden großen Gebieten zu bemerken (Abb. 13). Korrelationen mit den geographischen

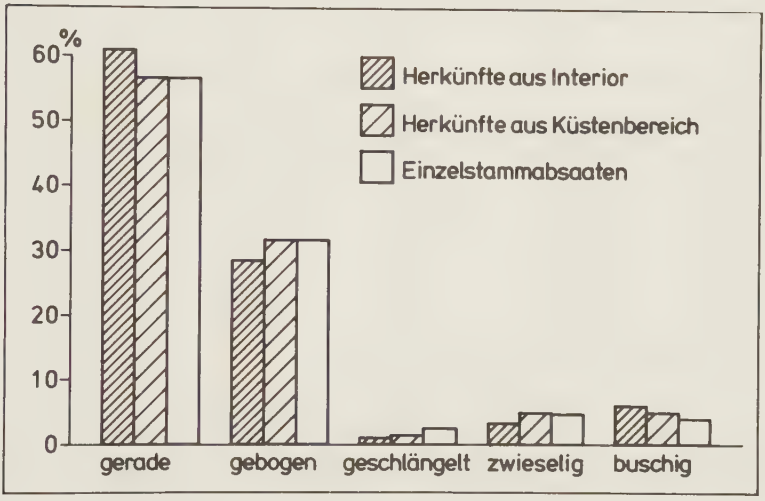

Abb. 13: Formbonituren an 3-jährigen Pflanzen im Verschulbeet 1972 in %

Koordinaten, der Höhenlage und den meisten anderen Daten sind also nicht abzuleiten. Leider konnte wegen des Fehlens einer entsprechenden Aufnahme kein Vergleich mit Frostschäden an dreijährigen Pflanzen durchgeführt werden. Dagegen scheint eine Beziehung zwischen Wuchsform und der Nadelfarbe zu bestehen; die blaugrünen Pflanzen haben eher einen geraden Wuchs ($r = 0{,}33^{***}$) als die lichtgrünen ($r = -0{,}39^{***}$).

4.8 Überprüfung der Gruppeneinteilung mit Hilfe von Diskriminanzanalysen

Um die Zuordnung der Herkünfte zu geographischen Einheiten zu überprüfen, sind für die verschiedenen Aufnahmen im Saat- und Verschulbeet Diskriminanzanalysen gerechnet worden (Saatbeet 1970: 9 Variable; Saatbeet 1971: jeweils 13 Variable; Verschulbeet: 13

Tabelle 11: Zuordnung der Herkünfte zu der vorläufigen Gruppeneinteilung durch Diskriminanzanalysen (in Prozent)

Gruppe	Saatbeet			Verschulbeet
	1970 Torf/Sand	1971 Torf/Sand	1971 Nadelstreu	1971 und 1972
	%	%	%	%
1. BCN	100,0	100,0	100,0	100,0
2. BCNO	100,0	100,0	100,0	100,0
3. BCSH	55,0	94,1	100,0	100,0
4. WO	75,0	100,0	100,0	100,0
5. BCKU	42,9	100,0	80,0	100,0
6. BCVA	53,8	100,0	100,0	93,3
7. WNK	44,4	57,1	85,7	100,0
8. WOL	75,0	100,0	100,0	100,0
9. WST	75,0	100,0	100,0	100,0
10. WSK	50,0	100,0	60,0	100,0
11. WKW	33,3	50,0	62,5	66,7
12. WKO	42,9	57,1	82,5	85,7
13. OKU	62,5	71,4	57,1	87,5
14. OKA	27,3	100,0	80,0	72,7
15. CAL	100,0	100,0	100,0	100,0
Durchschnitt	56,3	88,1	88,1	92,5

Variable; Einzelstammabsaaten im Verschulbeet: 10 Variable). Die günstigsten Ergebnisse werden bei den Herkünften im Verschulbeet (92,5 % der Prüfglieder richtig zugeordnet), die ungünstigsten bei den Aufnahmen von 1970 im Saatbeet (56,3 %) erzielt (Tab. 11). Dies ist nicht weiter verwunderlich, da bei den Messungen von 1970 die wenigsten und bei den Verschulbeetbonituren die meisten Daten angefallen sind. Immerhin kann festgehalten werden daß bei einer ganzen Reihe von Gebieten die Abgrenzung zutreffend zu sein scheint (1. BCN, 2. BCNO, 4. WO, 9. WST, 15. CAL). In anderen Bereichen ist die Einteilung offensichtlich noch unzureichend: 7. WNK, 11. WKW, 12. WKO, 13. OKU, 14. OKA. In Tabelle 12 sind die Herkünfte angeführt, die mindestens bei zwei Rechengängen anderen Gruppen zugeordnet worden sind.

Auch die Daten der Verschulbeetaufnahmen von den Einzelstammabsaaten wurden einer Diskriminanzanalyse unterzogen. 61,5 % der Prüfglieder sind den entsprechenden Erntebeständen zugeordnet worden (Wittlich-

Tabelle 12: Herkünfte, die durch die Diskriminanzanalyse in mindestens 2 Fällen anderen Gruppen zugeordnet worden sind

Bisherige Zuordnung	Herkunft	Saatbeet 1970 Torf/Sand Zuordnung zur Gruppe	Saatbeet 1970 Torf/Sand Wahrscheinlichkeit P	Saatbeet 1971 Torf/Sand Zuordnung zur Gruppe	Saatbeet 1971 Torf/Sand Wahrscheinlichkeit P	Saatbeet 1971 Nadelstreu Zuordnung zur Gruppe	Saatbeet 1971 Nadelstreu Wahrscheinlichkeit P	Verschulbeet Zuordnung zur Gruppe	Verschulbeet Wahrscheinlichkeit P
3. BCSH	1013	2	0,678	2	0,681	3	0,980	3	0,841
6. BCVA	1045	8	0,395	6	0,801	6	0,580	8	0,312
7. WNK	1059	12	0,438	11	0,528	11	0,591	7	0,922
	1070	11	0,366	11	0,672	7	0,835	7	0,814
10. WSK	1085	8	0,408	10	0,734	9	0,706	10	0,742
11. WKW	1046	7	0,639	7	0,873	11	0,559	7	0,599
	1047	11	0,656	7	0,899	7	0,635	11	0,940
	1093	8	0,400	10	0,994	10	0,726	10	0,575
	1097	10	0,412	10	0,683	10	0,512	10	0,484
12. WKO	1052	5	0,258	4	1,000	12	0,870	12	0,994
	1092	7	0,480	10	0,711	11	0,448	12	0,753
13. OKU	1116	14	0,561	13	1,000	14	0,568	13	0,781
	1118	14	0,600	14	1,000	14	0,927	14	0,906
14. OKA	1115	13	0,568	14	0,742	13	0,611	13	0,879
	1121	15	0,705	-	-	-	-	15	0,696
	1123	13	0,777	14	1,000	13	0,912	13	0,589

West, Gem. Bergweiler 50 %; Wittlich-West, Gem. Bruch 45 %; Manderscheid 60 %; Daun-Ost Abt. 39a 66 %; Daun-Ost Abt. 46 C 87 %; Prüm-Süd 75 %). Sie liegen somit erheblich unter den vergleichbaren Ergebnissen der Provenienzen. Bei der bisherigen Auswertung haben sich die einzelnen Variablen als ziemlich homogen erwiesen; sie besitzen also nicht die Trennschärfe wie bei den Herkünften.

5. Ergebnisse der Versuchsflächenaufnahmen

5.1 Höhenwuchsleistung

5.11 Provenienzen

Während der ersten Entwicklungsstadien von Feldversuchen ist die Höhenwuchsleistung als ein bedeutender Weiser für die Vitalität von Herkünften anzusehen. Von den Versuchsflächen liegen Höhenwerte für das Alter von 6, 7 und 8 Jahren vor (Versuch Gahrenberg jeweils ein Jahr jünger). Die Varianzanalysen für die einzelnen Flächen ergeben, daß immer hochsignifikante Unterschiede zwischen den Herkünften vorhanden sind. Werden die Mittelwerte nun auf 15 Herkunftsgebiete - Provenienzen aus Kalifornien sind nicht in die Hauptauswertung eingegangen - aufgeteilt, so sind auch bei einer Zusammenfassung aller Flächen Unterschiede zwischen den Gruppen aber auch zwischen den Versuchen hochsignifikant abgesichert (Tab. 13).

Tabelle 13: Ergebnisse der Varianzanalysen der Höhenaufnahmen

	FG	1975		1976		1977	
		F	Varianz-komponenten	F	Varianz-komponenten	F	Varianz-komponenten
Herkunfts-gebiete	14	52,12***	677,58	32,90***	765,88	38,77***	1790,87
Flächen	8	44,06***	342,44	59,45***	841,94	94,40***	2657,61
Fehler	556	-	119,29	-	216,08	-	426,79

Während der Anteil an der Varianz bei den Herkunftsgruppen in der Zeit von 1975 bis 1977 von 59,5 % auf 36,7 % absinkt, steigt der Anteil der Flächen von 30,1 % auf 54,5 %. Dies verdeutlicht, daß der Einfluß des jeweiligen Standortes auf die Entwicklung der einzelnen Fläche mit den Jahren zunimmt (Abb. 14). Am günstigsten sind die Standorte der Flächen Hirschhorn, Rotenburg und Gahrenberg zu beurteilen. Um Vergleichsmöglichkeiten für Herkünfte zu schaffen, welche auf verschiedenen Flächen angebaut sind, ist mit Hilfe eines Standards versucht worden, solche Standortsunterschiede zu elimi-

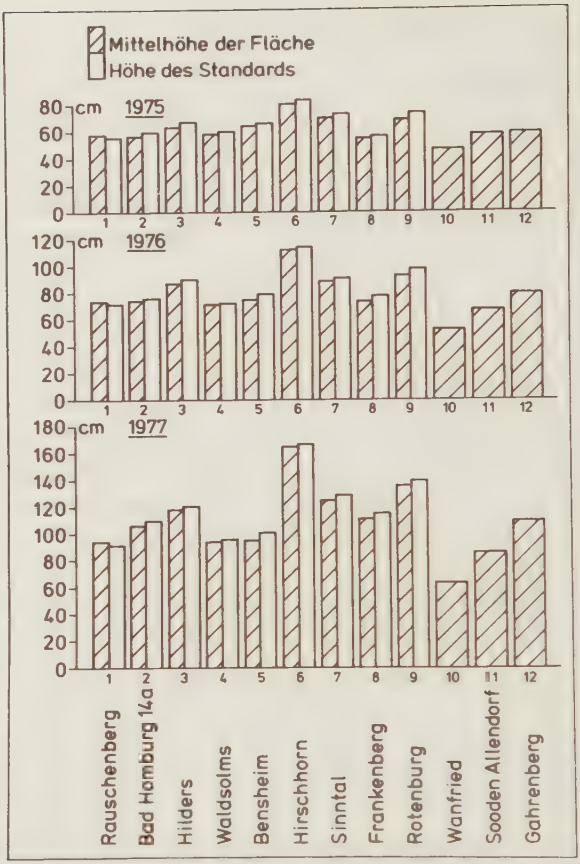

Abb. 14: Entwicklung der Mittelhöhen und der Höhen des Standards auf den verschiedenen Provenienzversuchsflächen (in cm)

nieren. Bei Varianzanalysen, die mit den Differenzwerten zum Standard gerechnet wurden, finden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Flächen (Anhang 6); der Anteil an der Varianz geht gegen null, während die Varianzkomponenten der Herkunftsgebiete auf gleicher Höhe bleiben. Dies ist ein Zeichen dafür, daß die Herkünfte des Standards auf allen Flächen ein ziemlich gleichmäßiges Wuchsverhalten aufweisen.

Die einzelnen Werte über die Wuchsentwicklung aller Herkünfte sind im Anhang 7 und 8 enthalten. Bei einem Vergleich der Leistung der Provenienzen wird deutlich, daß die Küstenformen den Herkünften aus dem Interior überlegen sind. Provenienzen von den unteren Lagen des Westteils der Kaskaden im nördlichen Washington (7. WNK) und Prüfglieder von der Olympic Peninsula (8. WOL) bilden eine deutlich abgesetzte Spitzengruppe (Abb. 15). Als weitere raschwüchsige

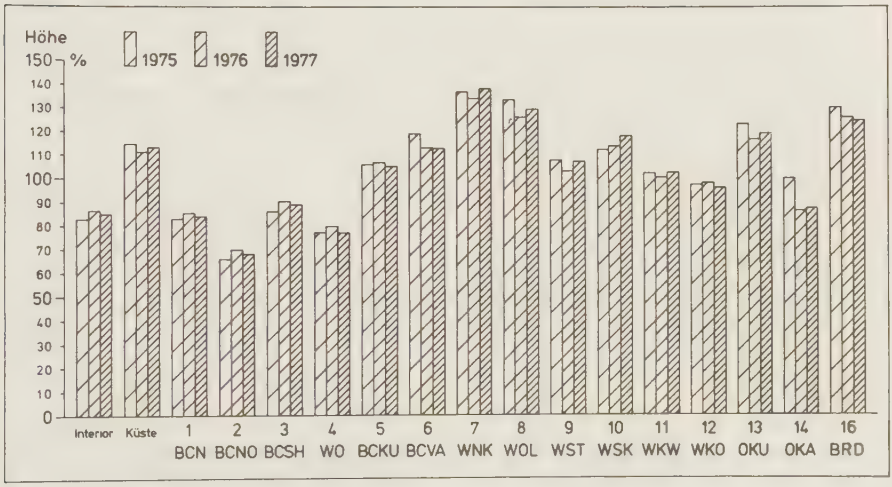

Abb. 15: Höhenentwicklung der Herkünfte (bezogen auf die Mittelwerte der Flächen)

Gruppe können die Herkünfte von Vancouver Island (6. BCVA), von den unteren Lagen des Westteils der Kaskaden im südlichen Washington (10. WSK), von dem Küstenbereich in Oregon (13. OKU) sowie die vier Prüfglieder aus der Bundesrepublik (16. BRD) zusammengefaßt werden. Am ungünstigsten ist die Leistung der Herkünfte aus dem Nord-Osten des Verbreitungsgebietes (2. BCNO) und aus dem östlichen Washington (4. WO).

Die Höhenentwicklung der Prüfglieder einzelner Gebiete ist als relativ inhomogen zu bezeichnen. So fällt auf, daß auf Vancouver Island (6. BCVA) eine Gruppe von Herkünften, die von der Ostküste und von dem Cowichan Lake stammt (1026, 1032, 1033, 1041, 2008, 2011), eine

wesentlich bessere Leistung zeigt als die übrigen. Einzelne Herkünfte sind auch in anderen Gebieten deutlich von den übrigen Prüfgliedern abgesetzt: 3. BCSH 1007, 1014; 5. BCKU 1034; 12. WKO 1099; 13. OKU 1104; 15. CAL 1134. Die Leistungen der Herkünfte 1104 und 1134 sind keineswegs repräsentativ für das jeweilige Gebiet, da sie einmal nur auf einer Fläche angebaut worden sind und zum anderen sehr starke Ausfälle zu verzeichnen haben, so daß nur noch eine bzw. zwei Pflanzen vorhanden sind. Beide Provenienzen sind deshalb nicht in die Hauptauswertung einbezogen worden.

In der Zeit zwischen den beiden Flächenaufnahmen hat sich die Rangfolge der einzelnen Gebiete kaum geändert. Eine Gruppe (10. WSK) hat sich etwas vorgeschoben, während die Herkünfte aus den Kaskaden in Oregon (14. OKA) deutlich abgefallen sind (Anhang 9). Die beiden Spitzengruppen (7. WNK und 8. WOL) unterscheiden sich bei allen Aufnahmen signifikant von den übrigen. Die Höhenwuchsleistung der meisten Küstenherkünfte (bis auf 12. WKO und 14. OKA) ist signifikant besser als die der Interior-Provenienzen. Die Herkünfte vom Ostteil der Kaskaden (12. WKO) liegen auch hier zwischen den beiden Formen.

Tabelle 14: Korrelationskoeffizienten (r) zwischen verschiedenen Höhenaufnahmen der Provenienzversuche und geographischer Länge und Breite sowie der Höhenlage über NN der Ursprungsorte

	alle Herkünfte			Interior			Küstenbereich		
	1975 1.	1976 2.	1977 3.	1975 1.	1976 2.	1977 3.	1975 1.	1976 2.	1977 3.
1. Höhe 1975	-			-			-		
2. Höhe 1976	0,94	-		0,96	-		0,89	-	
3. Höhe 1977	0,93	0,98	-	0,94	0,99	-	0,87	0,97	-
4. geograph. Breite	-0,44	-0,35	-0,39	0,04	0,03	0,03	-0,00	0,06	-0,01
5. geograph. Länge	0,52	0,44	0,45	0,11	0,09	0,09	0,25	0,19	0,17
6. Höhenlage	-0,54	-0,46	-0,49	-0,20	-0,20	-0,22	-0,32	-0,24	-0,27
	$r_{0,05} < 0,08$ $r_{0,01} < 0,11$ $r_{0,001} < 0,14$			$r_{0,05} < 0,12$ $r_{0,01} < 0,15$ $r_{0,001} < 0,19$			$r_{0,05} < 0,11$ $r_{0,01} < 0,15$ $r_{0,001} < 0,19$		

Mit Hilfe der Korrelationskoeffizienten kann man nachweisen, daß zwischen 1975 und 1977 kaum größere Rangverschiebungen bei einzelnen Herkünften eingetreten sind (Tab. 14). Ziemlich enge Korrelationen bestehen zwischen Wuchsleistung und der geographischen Lage sowie der Höhe des Ursprungsortes. Diese klinalen Abhängigkeiten verschwinden bei den geographischen Koordinaten, sobald Küstenbereich und Interior für sich betrachtet werden.

Eine wesentliche Voraussetzung für alle Selektionsentscheidungen sind Beobachtungen über das Wuchsverhalten in verschiedenen Altersphasen. Um hier brauchbare Mittelwerte für jede einzelne Herkunft zu erhalten, wurden jeweils die Versuche zusammengefaßt, welche die gleichen Prüfglieder enthalten (orthogonale Fälle); es sind dies einmal die Flächen Rauschenberg, Bad Homburg, Hilders, Waldsolms, Bensheim, Hirschhorn (59 Herkünfte) und zum anderen die Versuche Rauschenberg, Sinntal, Frankenberg und Rotenburg (55 Herkünfte). Insgesamt werden 80 verschiedene Provenienzen erfaßt. Für 78 dieser Prüfglieder liegen die entsprechenden Höhenwerte von der Baumschulphase (1971 und 1972) vor. Zwischen der Höhenentwicklung im Kamp und auf den Versuchsflächen bis zum Alter von 8 Jahren sind enge Korrelationen zu finden (Tab. 15).

Tabelle 15: Korrelationskoeffizienten (r) zwischen den Höhen bei verschiedenem Alter

	Herkünfte I (57)				Herkünfte II (55)			
	Kamp		Versuchsfl.		Kamp		Versuchsfl.	
	1971	1972	1975	1976	1971	1972	1975	1976
Kamp 1971 (2-jährig)	-				-			
Kamp 1972 (3-jährig)	0,90	-			0,93	-		
Versuchsflächen 1975 (6-jährig)	0,71	0,80	-		0,74	0,83	-	
Versuchsflächen 1976 (7-jährig)	0,67	0,79	0,97	-	0,70	0,79	0,98	-
Versuchsflächen 1977 (8-jährig)	0,66	0,78	0,96	0,98	0,70	0,80	0,98	0,99
	$r_{0,001} < 0,43$				$r_{0,001} < 0,43$			

Nach diesen Ergebnissen läßt sich bereits während der Anzuchtphase im Verschulbeet (2-jährig) mit einer Bestimmtheit von 43 % bis 49 % die Wuchsleistung bis zum Alter von 8 Jahren abschätzen.

5.12 Einzelstammabsaaten

Auch bei diesen Versuchen unterscheiden sich auf allen Flächen die einzelnen Prüfglieder hochsignifikant. Im Gegensatz zu den Provenienzen entfällt jedoch bei den zweifaktoriellen Varianzanalysen (Tab. 16) nur ein geringer Anteil der Varianz auf die 6 Erntebestände (zwischen 5,4 % und 6,2 %), während die Versuchsflächen 82,2 % bis 87,3 % auf sich vereinen. Wie bei den Provenienzen deutet dies auf Standorts-

Tabelle 16: Ergebnisse der Varianzanalysen der Höhen 1975, 1976 und 1977 von Einzelstammabsaaten

	FG	1975 F	1975 Varianz-komponenten	1976 F	1976 Varianz-komponenten	1977 F	1977 Varianz-komponenten
Ernte-bestände	5	7,79***	102,42	6,07***	133,95	6,65***	291,35
Versuchs-flächen	8	74,50***	1 662,66	46,59***	1 806,99	60,81***	4 627,89
Fehler	587	-	135,72	-	237,81	-	464,29

unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsflächen, was auch bei einem Vergleich der Mittelhöhen erkennbar wird (Abb. 16); die Werte für die einzelnen Prüfglieder sind im Anhang 10 und 11 zusammengestellt. Die Mittelwerte für die Höhen der Ausgangsbestände unterscheiden sich kaum, lediglich die Einzelstammabsaaten von Daun-Ost Abt. 46 c bleiben geringfügig unter dem Durchschnitt (Abb. 17).

Um Korrelationen zwischen der Leistung im Verschulbeet und auf den Versuchsflächen herleiten zu können, sind von 79 Einzelstammabsaaten auf 4 Flächen (Rauschenberg, Waldsolms, Bensheim und Frankenberg) Mittelwerte gebildet worden. Bei den Einzelstammabsaaten liegen die Korrelationskoeffizienten auf einem viel ungünstigeren Niveau als

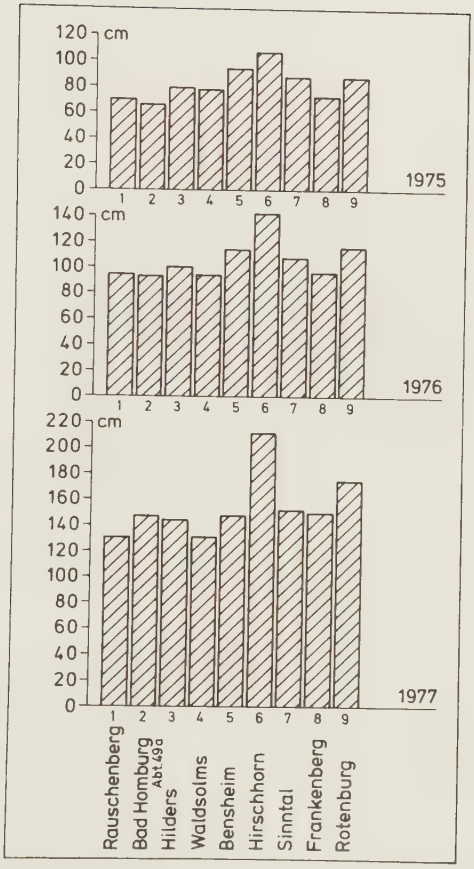

Abb. 16: Entwicklung der Mittelhöhen der verschiedenen Einzelstammabsaaten-Versuchsflächen

bei den Provenienzen. Während der Kampphase können also kaum Schlüsse auf die künftige Entwicklung auf den Versuchsflächen gezogen werden. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da gerade im Verschulbeet starke Veränderungen in der Rangfolge eingetreten waren (vergl. 4.13). Die Werte von den Versuchsflächenaufnahmen des orthogonalen Falles entsprechen in etwa den Korrelationskoeffizienten, die zwischen den verschiedenen Aufnahmen von allen Flächen hergeleitet worden sind (Tab. 17).

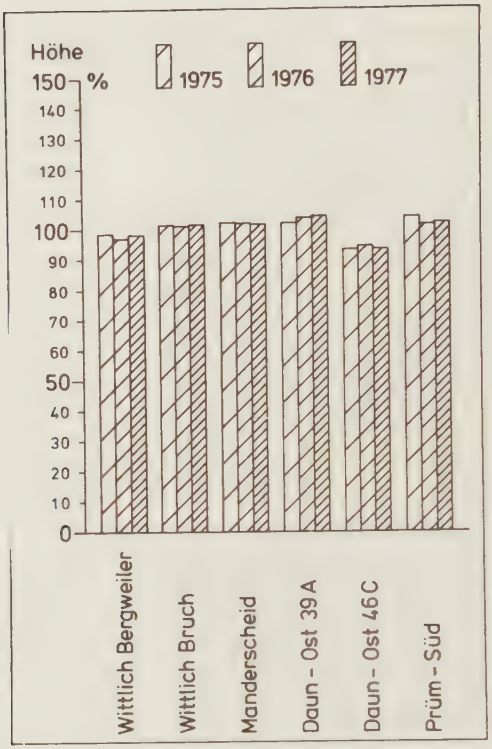

Abb. 17: Höhenentwicklung der Einzelstammabsaaten (bezogen auf die Mittelwerte der Flächen)

Tabelle 17: Korrelationskoeffizienten (r) zwischen den Höhen von Einzelstammabsaaten bei verschiedenem Alter

	Kamp		Versuchsflächen	
	1971	1972	1975	1976
Kamp 1971 (2-jährig)	-			
Kamp 1972 (3-jährig)	0,23	-		
Versuchsflächen 1975 (6-jährig)	0,24	0,48	-	
Versuchsflächen 1976 (7-jährig)	0,22	0,46	0,96	-
Versuchsflächen 1977 (8-jährig)	0,19	0,44	0,94	0,96
		$r_{0,05} < 0,22$		
		$r_{0,01} < 0,29$		
		$r_{0,001} < 0,36$		

5.13 Heritabilität und genetischer Gewinn

Um die Heritabilität im weiteren Sinne schätzen zu können, sind die Provenienzflächen wie bei der Berechnung der Korrelationskoeffizienten zwischen den verschiedenen Altersphasen in zwei orthogonale Versuche aufgeteilt worden (Herkünfte I: 6 Flächen mit 59 Herkünften; Herkünfte II: 4 Flächen mit 55 Herkünften). Bei den Einzelstammabsaaten wurden wieder 4 Versuche mit insgesamt 79 vergleichbaren Prüfgliedern herangezogen. Auffallend hoch liegen bei den Herkünften die geschätzten Werte für die Heritabilität (0,939 und 0,918). Die großen Unterschiede zwischen den Provenienzen bleiben also auch bei einer Wiederholung der Versuche erhalten; hieraus ist zu folgern, daß schon zu diesem Zeitpunkt recht gut Anbauempfehlungen für die Praxis entwickelt werden können. Entsprechend günstig sind in diesem Altersstadium die Möglichkeiten von Selektionsmaßnahmen (Massenauslese) zu beurteilen. Bei einer Auswahl der wüchsigsten Herkünfte (20 %) liegt der geschätzte genetische Gewinn (Δ_G) etwa bei 40 % (Tab. 18). Deutlich niedriger sind die Werte bei den Einzelstammabsaaten.

5.2 Höhenzuwachs

Die Variable konnte in zwei in ihrem Klimaverlauf stark voneinander abweichenden Jahren beobachtet werden. Zur Charakterisierung der Witterung sind hier Werte der Wetterstation Gießen (186 m über NN) angeführt. Während die Vegetationszeit des Jahres 1976 durch hohe Durchschnittstemperaturen (17,3° C), extrem geringe Niederschläge (131 mm) und niedrige relative Luftfeuchtigkeit (59 %) geprägt war, hatte 1977 einen relativ kühlen, feuchten Sommer (15,2° C; 287 mm; 71 %). In beiden Jahren findet man sowohl bei den Provenienzen als auch bei den Einzelstammabsaaten hochsignifikante Unterschiede zwischen den Prüfgliedern und den verschiedenen Flächen (Tab. 19). Die Ausgangsbestände zeigen nur einen geringen Anteil an der Varianz, bei den Provenienzen nimmt hingegen der Anteil von 1976 nach 1977 erheblich zu. Aus diesem Grund sind auch nur zwischen den einzelnen Herkunftsgruppen gesicherte Unterschiede mit Hilfe der LSD-Tests nachzuweisen (Anhang 12). Der Klimaverlauf der beiden

Tabelle 18: Heritabilität und möglicher genetischer Gewinn (Höhe) bei Provenienzen und Einzelstammabsaaten

	Mittelhöhe $\bar{x}$ cm	Standardabweichung s cm	Heritabilität h^2	Δ_G bei Selektion von 10 % absoluter Gewinn cm	Δ_G bei Selektion von 10 % relativer Gewinn bezogen auf $\bar{x}$ %	Δ_G bei Selektion von 20 % absoluter Gewinn cm	Δ_G bei Selektion von 20 % relativer Gewinn bezogen auf $\bar{x}$ %
Herkünfte I 1975	64,3	18,3	0,951	30,5	47,4	24,3	37,9
1976	83,1	23,9	0,942	39,5	47,5	31,6	38,0
1977	112,0	37,2	0,939	61,2	54,6	48,9	43,7
Herkünfte II 1975	63,0	18,4	0,914	29,4	46,6	23,5	37,3
1976	83,2	22,4	0,906	35,5	42,8	28,4	34,4
1977	117,8	36,0	0,918	57,9	49,1	46,3	39,3
Einzelstammabsaaten 1975	79,6	24,3	0,381	16,2	20,3	13,0	16,3
1976	98,2	29,0	0,367	18,6	19,0	14,9	15,2
1977	134,0	39,7	0,351	24,4	18,2	19,5	14,5

Tabelle 19: Ergebnisse von Varianzanalysen der Höhenzuwachswerte (cm) von 1976 und 1977

	FG	1976 F	1976 Varianzkomponenten absolut	1976 Varianzkomponenten %	1977 F	1977 Varianzkomponenten absolut	1977 Varianzkomponenten %
Herkunftsversuche							
Gebiete	14	4,52***	17,76	7,8	38,80***	220,41	25,5
Versuchsflächen	8	55,78***	165,76	72,7	170,33***	592,47	68,5
Fehler	556	-	44,39	19,5	-	52,48	6,0
Einzelstamm-absaaten							
Bestände	5	5,33***	16,64	3,5	7,73***	44,59	3,2
Versuchsflächen	8	62,30***	397,85	84,0	128,73***	1291,96	92,0
Wechselwirkungen	40	1,51*	20,11	4,2	1,23n.s.	7,59	0,5
Fehler	547	-	39,27	8,3	-	60,75	4,3

Jahre beeinflußt wohl den absoluten und den relativen Zuwachs bei den Einzelstammabsaaten, eine spezifische Reaktion einzelner Nachkommenschaften wird jedoch nicht beobachtet (Abb. 18). Die Provenienzen antworten hingegen differenzierter auf die Klimaveränderung. Während 1976 die absoluten Zuwachswerte bei allen Herkunftsgebieten fast gleich sind (Interior $\bar{x}$ = 19,4 cm; Küstenbereich $\bar{x}$ = 19,2 cm), so unterscheiden sich die relativen Werte (Quotient aus Zuwachs und Höhe vom Herbst 1975) ganz erheblich. Der relative Zuwachs der Küstenformen bleibt deutlich hinter den Provenienzen aus dem Interior. Die Verhältnisse kehren sich 1977 völlig um (Höhenzuwachs: Interior $\bar{x}$ = 26,2 cm; Küstenbereich $\bar{x}$ = 36,3 cm). Hieraus ist zu folgern, daß Küstenformen in Trockenjahren eher mit einer Reduzierung des Höhenwachstums reagieren als die Herkünfte aus dem Interior (Korrelationskoeffizienten zwischen Zuwachs 1976 und 1977: Interior r = 0,85***; Küstenbereich r = 0,63***).

Aber auch die einzelnen Gruppen des Küstenbereiches zeigen ein abweichendes Verhalten: Extrem stark scheinen die Herkünfte aus den Kaskaden in Oregon (14. OKA) unter Trockenheit zu leiden; nur geringe

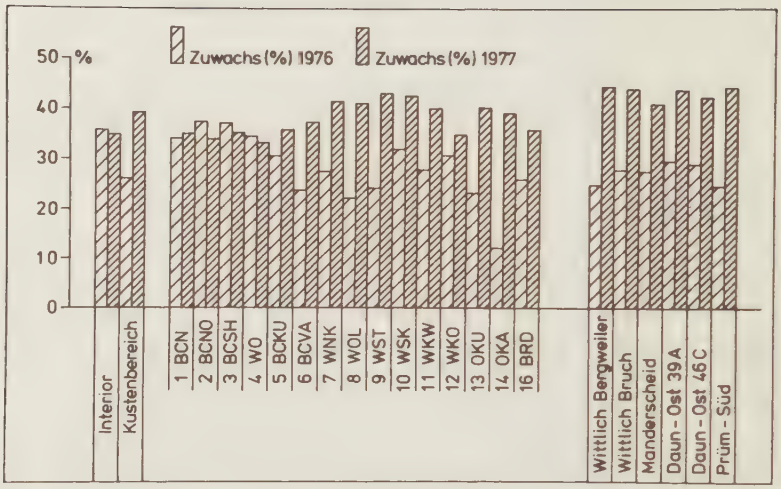

Abb. 18: Relativer Höhenzuwachs von Provenienzen und Einzelstammabsaaten

Zuwachseinbußen haben hingegen die Gruppen 5. BCKU, 10. WSK und 12. WKO. Bei den Herkünften vom Ostteil der Kaskaden (12. WKO) ist auch 1977 keine besondere Steigerung des Zuwachses festzustellen; dies deutet erneut darauf hin, daß diese Gruppe nicht ohne weiteres dem Küsten- oder dem Interior-Bereich zugerechnet werden kann. Bei dieser etwas differenzierteren Betrachtung muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß hier zwei extreme Jahre unmittelbar aufeinander folgen; es ist also nicht auszuschließen, daß Einflüsse des Trockenjahres durchaus noch in 1977 nachwirken.

5.3 Mortalität

Ausfälle auf Kulturen werden von einer ganzen Reihe von Faktoren verursacht. Neben den genetisch bedingten Einflüssen wie z.B. Vitalität oder Resistenz spielen Probleme der Pflanztechnik, Klimaextreme, Konkurrenzverhältnisse und Standortsbedingungen eine wesentliche Rolle. Diese verschiedenen Faktoren sind jedoch nicht ohne weiteres voneinander abzugrenzen. Bei den Aufnahmen von 1973, 1975

Tabelle 20: Ergebnisse der Varianzanalysen der Ausfallaufnahmen der Provenienzversuchsflächen

	FG	1973 F	1973 Varianz-komponenten	1975 F	1975 Varianz-komponenten	1977 F	1977 Varianz-komponenten
Herkunfts-gruppen	13	4,65***	1,54	8,69***	7,86	7,97***	12,88
Flächen	8	2,36*	0,37	50,00***	38,84	120,94***	142,50
Fehler	553	-	3,79	-	9,20	-	16,63

und 1977 stellt man zwar fest, daß zwischen den Herkunftsgruppen in allen Fällen hochsignifikante Unterschiede vorliegen (Tab. 20). Der Anteil an der Varianz sinkt jedoch erheblich ab (von 27,0 % auf 7,5 %); auch hier nehmen standortsspezifische Einflüsse ständig zu (von 6,5 % auf 82,8 %). Während 1973 noch auf allen Flächen relativ gleiche Ausfälle zu beobachten sind, zeigt sich in den folgenden Jahren, daß einzelne Flächen besonders hohe Abgänge aufweisen (Rauschenberg 1975: 44,0 %; 1977: 63,4 %; Bensheim 1977: 30,9 %).

Die Herkünfte aus dem Interior haben deutlich geringere Ausfälle als die vom Küstenbereich (Abb. 19). Auch die einzelnen Gebiete zeigen verschiedene Trends. Die extremen Werte bei den Herkünften von den Kaskaden in Oregon (14. OKA) und den Prüfgliedern aus der Bundesrepublik (16. BRD) sollten jedoch nicht zu Fehlschlüssen verleiten, da diese Gruppen fast ausschließlich auf der Fläche Rauschenberg angebaut worden sind. Starke Ausfälle zeigen die Gruppen Vancouver Island (6. BCVA), Tieflagen im südlichen Washington (9. WST), höhere Lagen in westlichen Teilen der Kaskaden in Washington (11. WKW) und Küstenbereich von Oregon (13. OKU). Neben den meisten Interior-Herkünften sind auch einzelne Gruppen vom Küstenbereich als besonders günstig zu beurteilen: Olympic Peninsula (8. WOL), untere Lagen der Westkaskaden im südlichen Washington (10. WSK), Ostteil der Kaskaden in Washington (12. WKO). Diese Gruppen sind auch im LSD-Test nicht von den Interior-Herkünften zu trennen (Anhang 13). Zwischen 1975 und 1977 - also vermutlich unter dem Einfluß des Trockenjahres - nehmen die Ausfälle bei den Küstenformen

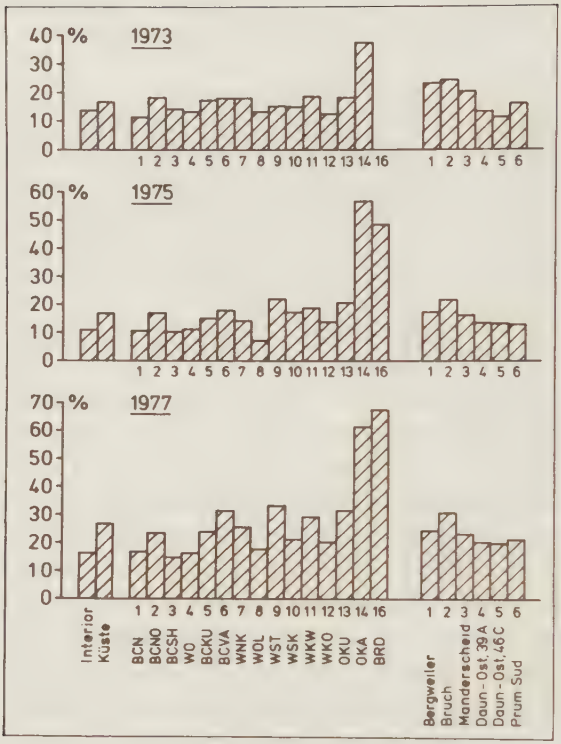

Abb. 19: Ausfälle bei Herkünften und Einzelstammabsaaten

stärker zu (von 16,9 % auf 28,8 %) als die der Prüfglieder des Interior-Bereiches (von 11,2 % auf 16,9 %). Besonders angestiegen ist die Mortalität bei den Herkünften der Gebiete 6. BCVA, 7. WNK und 8. WOL; nur geringfügig nehmen hingegen die Abgänge der Provenienzen von südlicheren Teilen der Kaskaden in Washington (10. WSK) und vom Ostteil der Kaskaden (12. WKO) zu. Bei den Einzelstammabsaaten beobachtet man keine deutlichen Differenzierungen. Zwischen 1973 und 1977 vermindert sich der Anteil der Varianz, der auf die Erntebestände entfällt, von 38,4 % auf 1,5 %.

Bei den Korrelationskoeffizienten (Tab. 21) fällt auf, daß wegen der

Tabelle 21: Korrelationen zwischen Ausfällen 1973, 1975, 1977 und anderen Variablen

	Provenienzversuche									Einzelstammabsaaten		
	alle Herkünfte			Interior			Küstenbereich					
	1973 1.	1975 2.	1977 3.	1973 1.	1975 2.	1977 3.	1973 1.	1975 2.	1977 3.	1973 1.	1975 2.	1977 3.
1. Ausfälle 1973	-			-			-			-		
2. Ausfälle 1975	0,31	-		0,34	-		0,27	-		0,66	-	
3. Ausfälle 1977	0,30	0,90	-	0,32	0,88	-	0,27	0,91	-	0,53	0,91	-
4. Höhe 1977	-0,18	-0,42	-0,43	-0,33	-0,53	-0,55	-0,20	-0,55	-0,61	-0,33	-0,40	-0,43
5. Zuwachs 1977	-0,11	-0,44	-0,51	-0,27	-0,55	-0,61	-0,11	-0,54	-0,65	-0,21	-0,29	-0,43
	$r_{0,05} < 0,08$ $r_{0,01} < 0,11$ $r_{0,001} < 0,14$			$r_{0,05} < 0,12$ $r_{0,01} < 0,15$ $r_{0,001} < 0,19$			$r_{0,05} < 0,11$ $r_{0,01} < 0,15$ $r_{0,001} < 0,19$			$r_{0,05} < 0,08$ $r_{0,01} < 0,11$ $r_{0,001} < 0,14$		

einmaligen Nachbesserung im Frühjahr 1974 die Aufnahme von 1973 nicht sonderlich gut mit den übrigen übereinstimmt. Mit Variablen, die wie Höhe und Zuwachs über die Vitalität eines Prüfglieds Aufschluß geben, ist die Mortalität immer negativ korreliert. Keinen Einfluß haben bei diesen Versuchen die geographische Lage sowie die Höhe der Ursprungsorte ausgeübt.

5.4 Johannistriebbildung

Im Gegensatz zu den Kampaufnahmen lassen sich im Herbst 1977 auf den Versuchsflächen eindeutige Trends bei der Bildung von Johannistrieben (Prolepsis) nachweisen. Wenn auch der Anteil der Pflanzen mit solchen Erscheinungen auf den einzelnen Flächen erheblich abweicht (z.B. bei den Herkunftsversuchen von 15,2 % in Hilders bis 51,2 % in Sinntal), so werden doch hochsignifikante Unterschiede zwischen den Prüfgliedern gefunden (Tab. 22). Bei den Herkünften

Tabelle 22: Ergebnisse von Varianzanalysen über den Anteil an Bäumen mit Johannistrieben (1977)

	Herkunftsversuche				Einzelstammabsaaten			
	FG	F	Varianzkomponenten absolut	%	FG	F	Varianzkomponenten absolut	%
Prüfglieder	14	25,09***	38,53	49,3	5	7,90***	31,99	9,4
Flächen	8	27,34***	25,27	32,3	8	39,39***	267,16	78,4
Fehler	556	-	14,39	18,4	587	-	41,75	12,2

aus dem Interior liegt der Anteil der Pflanzen mit Johannistrieben klar unter den Werten der Provenienzen vom Küstenbereich (Abb. 20). Sie sind im Rahmen eines LSD-Tests (Anhang 14) nicht so deutlich von den anderen Prüfgliedern abzugrenzen wie die Gruppe mit dem höchsten Anteil, die von den niedrigeren Teilen der westlichen Kaskaden in Washington und vom Küstenbereich in Oregon stammt (7. WNK, 9. WST, 10. WSK, 13. OKU). Geographische Lage und Höhe der Ursprungs-

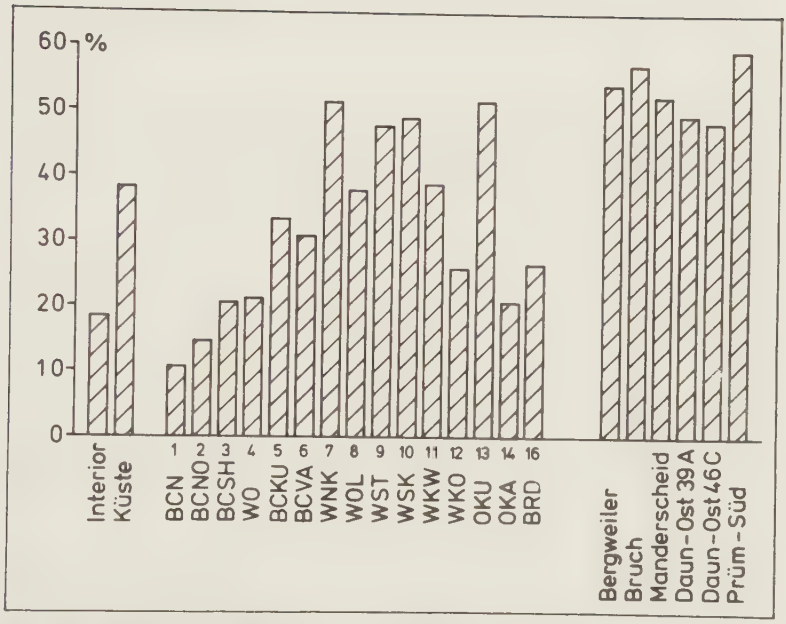

Abb. 20: Anteil an Pflanzen mit Johannistrieben (1977)

orte beeinflussen in begrenztem Rahmen die Prolepsis (Tab. 23). Etwas engere Korrelationen bestehen zwischen den Höhen und dem Zuwachs von 1977. Während hier bei den Prüfgliedern aus dem Interior keine Abhängigkeit zu bestehen scheint, liegen bei den Küstenherkünften relativ klare Beziehungen zu diesen Variablen vor. Dies verdeutlicht, daß durch die terminale Prolepsis in feuchten Sommern ein nicht unerheblicher Schub im Höhenwachstum ausgelöst werden kann. Daß in bestimmtem Rahmen die Johannistriebbildung auch ein Weiser für die Vitalität einer Herkunft sein kann, zeigt die negative Korrelation (B = 11,6 %) zu den Ausfällen von 1977.

Bei den Einzelstammabsaaten sind kaum Differenzierungen zu beobachten. In ihrem Verhalten sind sie in etwa mit den Herkunftsgruppen vergleichbar, welche am stärksten zur Johannistriebbildung neigen.

Tabelle 23: Korrelationskoeffizienten (r) zwischen Anteil an Pflanzen mit Johannistrieben (1977) und verschiedenen Variablen

	Herkunftsversuche			Einzelstamm-absaaten-versuche
	alle Herkünfte	Interior	Küstenbereich	
geograph. Breite	-0,48	-0,25	-0,19	-
geograph. Länge	0,25	-0,26	-0,05	-
Höhenlage über NN	-0,46	-0,30	-0,21	-
Höhe 1977	0,49	0,02	0,53	0,31
Zuwachs 1977	0,54	0,01	0,64	0,47
Ausfälle 1977	-0,10	0,03	-0,34	-0,34
Signifikanzgrenzen	wie bei Tabelle 21			

5.5 Wuchsform

Neben genetischen Faktoren prägen vor allem Umwelteinflüsse wie Standort, Konkurrenz, biotische und abiotische Schäden die Form einer Pflanze. Auch die Altersphase spielt eine nicht unwesentliche Rolle. So haben sich z.B. zwischen 1975 und 1977 die Formeigenschaften insgesamt gesehen deutlich verbessert: Der Anteil an Pflanzen mit extrem schlechten Formen (Boniturstufen 4, 5, 6, 7: Zwiesel, ohne Höhentrieb, korb- oder buschförmig) nahm ab, während die Anzahl der geraden Pflanzen (Stufe 1) leicht und die der geschlängelten Bäume (Stufe 2) ganz deutlich anstieg. Den Einfluß des Standorts kann man an den erheblichen Unterschieden zwischen den verschiedenen Provenienzversuchsflächen nachweisen: So streute 1975 der Anteil an geraden Bäumen zwischen 20,6 % (Waldsolms) und 74,7 % (Rotenburg) sowie 1977 zwischen 18,8 % (Bensheim) und 79,1 % (Hirschhorn). Bei den ungünstigen Formen (Stufen 4, 5, 6, 7) liegen ähnliche Differenzen vor. In der Regel sind auf den wüchsigen Flächen mehr Pflanzen mit guter Form, auf den Versuchen mit geringer Mittelhöhe eher schlecht geformte Bäume zu finden. Um die Gegensätze verdeutlichen zu können, werden vor allem die Stufe 1 (gerade) den Bonituren 4, 5, 6, 7 (zumeist als Summe) gegenübergestellt.

Tabelle 24: Ergebnisse von Varianzanalysen der Formbonituren von 1975 und 1977

	Anteil der Pflanzen gerade (Stufe 1)		mit Zwieseln, ohne Höhentrieb (Stufe 4 u. 5)		korb- und buschförmig (Stufe 6 u. 7)	
	F	Varianz-komponenten %	F	Varianz-komponenten %	F	Varianz-komponenten %
Herkünfte						
1975	6,73***	5,4	3,81***	10,6	2,32**	7,5
1977	5,79***	3,5	3,03***	10,4	3,65***	14,5
Einzelstamm-absaaten						
1975	3,10**	0,6	1,84n.s.	1,7	1,73n.s.	1,8
1977	6,23***	2,1	1,10n.s.	0,1	1,12n.s.	0,9

Wegen der starken Standortseinflüsse ist es nur zu verständlich, daß bei der Streuungszerlegung auf die Prüfglieder nur geringe, auf die verschiedenen Flächen hohe Anteile der Varianz entfallen (Tab. 24). Trotzdem können zumindest bei den Provenienzen Unterschiede zwischen einzelnen Gebieten nachgewiesen werden (Anhang 15). So scheinen sich die Herkünfte von der Olympic Peninsula (8. WOL) und den niedrigeren Lagen der westlichen Kaskaden in Washington (7. WNK und 10. WSK) durch einen hohen Anteil an geraden und eine geringe Anzahl an schlecht geformten Pflanzen auszuzeichnen (Abb. 21). Ziemlich ungünstig schneiden bei diesem Vergleich die Provenienzen vom Nordosten des Verbreitungsgebietes (2. BCNO), vom Ostteil der Kaskaden (12. WKO), aus den Kaskaden in Oregon (14. OKA) sowie die Prüfglieder aus der Bundesrepublik (16. BRD) ab. Allerdings muß angemerkt werden, daß die Provenienzen der beiden letzten Gruppen fast ausschließlich auf einer Fläche mit einem besonders hohen Anteil von schlechtgeformten Pflanzen (Rauschenberg) angebaut worden sind.
Bei den Einzelstammabsaaten sind wiederum keine nennenswerten Differenzierungen vorhanden; sie verhalten sich in etwa wie der Durchschnitt aller Herkünfte aus dem Küstenbereich.

Durch die Korrelationsrechnung ist nachzuweisen, daß die Aufnahmen von 1975 und 1977 recht gut übereinstimmen (Tab. 25). In beiden

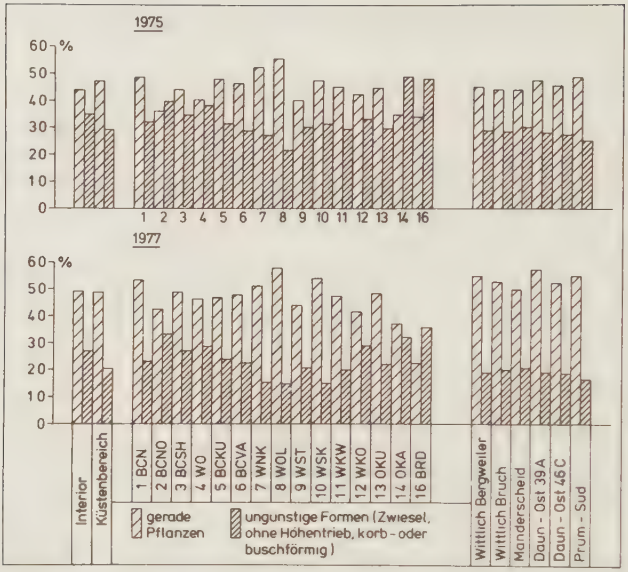

Abb. 21: Formbonituren 1975 und 1977: Anteil an geraden Pflanzen (Stufe 1) und Anteil an Bäumen mit ungünstiger Form (Stufe 4, 5, 6, 7)

Tabelle 25: Korrelationskoeffizienten (r) zwischen Formbonituren und verschiedenen Variablen

	Provenienzversuche alle Herkünfte 1.	2.	Interior 1.	2.	Küsten-bereich 1.	2.	Einzelstamm-absaaten 1.	2.
1. Form 1977: gerade Pflanzen (%)	-		-		-		-	
2. Form 1977: schlecht geformte Pfl. (%)	-0,50	-	-0,60	-	-0,40	-	-0,55	-
3. Form 1975: gerade Pflanzen (%)	0,71	-0,34	0,74	-0,46	0,69	-0,28	0,55	-0,38
4. Form 1975: schlecht geformte Pfl. (%)	0,51	0,55	-0,59	0,53	-0,46	0,57	-0,48	0,44
5. Höhe 1977	0,61	-0,39	0,67	-0,48	0,68	-0,35	0,46	-0,26
6. Zuwachs 1977	0,73	-0,41	0,79	-0,55	0,79	-0,35	0,65	-0,35
7. Ausfälle (%)	-0,60	0,33	-0,55	0,44	-0,66	0,33	-0,19	-0,06
8. Johannistriebe 1977 (%)	0,09	-0,13	-0,29	0,09	0,35	-0,19	0,17	-0,04
Signifikanzgrenzen	wie bei Tabelle 21							

Fällen beeinflussen weder geographische Lage noch die Höhe des Ursprungsortes die Form. Deutlich hängt hingegen die Wuchsform von allen Variablen ab, welche über Wuchsleistung und Vitalität Aufschluß geben. Bei den Johannistrieben beobachtet man gegensätzliche Trends: Das Vorhandensein von Prolepsis ist bei den Interior-Formen schwach negativ, bei dem Küstenbereich hingegen schwach positiv mit dem Anteil an geraden Pflanzen korreliert. Zwischen Wuchsform und Wuchsleistung sind auch bei den Einzelstammabsaaten relativ günstige Korrelationskoeffizienten zu finden. Andere Einflüsse sind hingegen nicht so deutlich ausgeprägt.

5.6 Frostschäden

5.61 Spätfrost

Für die Entwicklung der Versuchsflächen war der Spätfrost in den meisten Jahren von viel größerer Bedeutung als die Schäden, welche durch Früh- und Winterfrost verursacht worden sind. Erst im Winter 1978/79 sind Einwirkungen durch Winterfrost klar in Erscheinung getreten. Der Umfang der Spätfrostschäden wird in starkem Maße von der Geländeform und dem Lokalklima bestimmt. Aus diesem Grund werden die einzelnen Versuche ganz unterschiedlich beeinträchtigt (Abb. 22). Aber auch auf einer Fläche sind erhebliche Abweichungen zu beobachten. So lassen sich die Unterschiede zwischen Provenienzen und Einzelstammabsaaten in den Forstämtern Bensheim, Waldsolms und Sinntal auf standörtliche Gegebenheiten zurückführen.

In allen Varianzanalysen sind hochsignifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Flächen nachzuweisen. Solche findet man nicht so oft bei den Prüfgliedern (1975 nur bei Einzelstammabsaaten $F = 3{,}51^{***}$, 1977 nur bei Herkunftsgebieten $F = 2{,}98^{***}$); der Anteil an der Varianz ist jedoch äußerst gering. Im Rahmen eines LSD-Tests kann deshalb auch keine Differenzierung zwischen den jeweiligen Gruppen erzielt werden. Erst bei der Korrelationsrechnung zeigt sich, daß bestimmte - wenn auch zum Teil nur schwache - Abhängigkeiten vorhanden sind bzw. daß andere Größen vom Spätfrost beeinflußt werden (Tab. 26). Relativ günstige Korrelationskoeffizienten findet man bei den Variablen, welche mit der

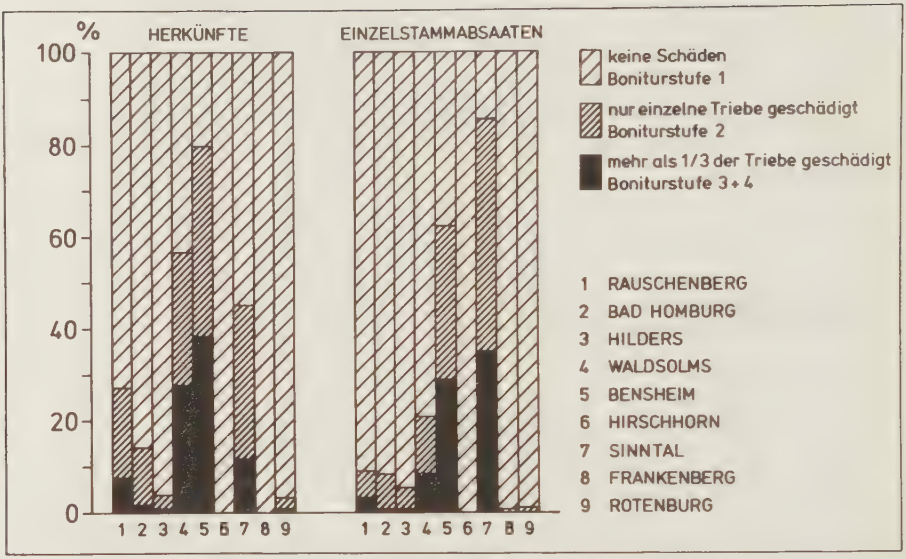

Abb. 22: Anteil der durch Spätfrost geschädigten Pflanzen (1977) auf den verschiedenen Versuchsflächen

Wuchsleistung und mit der Vitalität zusammenhängen. Etwas verallgemeinert bedeutet dies: Wüchsigere Herkünfte mit geringen Ausfällen leiden weniger unter Spätfrostschäden. Daß die Wuchsform ganz deutlich mit dem Umfang dieser Forsteinwirkungen zusammenhängt, ist verständlich. Bei den Herkünften aus dem Interior wird die Prolepsis durch Frost offensichtlich leicht gefördert (Regeneration von geschädigten Trieben). Die vorhandenen Werte sind in keinem Falle mit den geographischen Koordinaten und der Höhenlage des Ursprungsortes korreliert. Hier treten also geographische Gradienten weniger in Erscheinung als bei dem Austriebsverhalten, welches die Anfälligkeit gegenüber Spätfrost stark beeinflußt.

Tabelle 26: Korrelationskoeffizienten (r) zwischen Anteil von Pflanzen ohne Spätfrosteinwirkungen und verschiedenen Variablen

	Herkunftsversuche						Einzelstamm-absaaten-versuche	
	alle Herkünfte		Interior		Küstenbereich			
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
1. Pflanzen ohne Spätfrost-einwirkung 1975 (%)	-		-		-		-	
2. Pflanzen ohne Spätfrost-einwirkung 1977 (%)	0,56	-	0,66	-	0,50	-	0,41	-
3. Höhe 1975	0,13	0,12	0,24	0,20	0,23	0,10	0,13	-0,19
4. Höhe 1977	0,35	0,39	0,45	0,50	0,44	0,39	0,33	0,20
5. Zuwachs 1976	0,39	0,55	0,50	0,62	0,33	0,50	0,21	0,46
6. Zuwachs 1977	0,47	0,48	0,56	0,64	0,55	0,45	0,46	0,40
7. Ausfälle 1975 (%)	-0,49	-0,12	-0,45	-0,23	-0,51	-0,07	-0,15	0,25
8. Ausfälle 1977 (%)	-0,55	-0,25	-0,48	-0,36	-0,58	-0,22	-0,26	0,20
9. Form 1975: gerade Pflanzen (%)	0,66	0,61	0,66	0,66	0,68	0,58	0,35	0,51
10. Form 1977: gerade Pflanzen (%)	0,66	0,72	0,64	0,81	0,68	0,64	0,52	0,70
11. Form 1975: schlecht gef. Pfl. (%)	-0,57	-0,42	-0,71	-0,57	-0,49	-0,31	-0,39	-0,41
12. Form 1977: schlecht gef. Pfl. (%)	-0,25	-0,50	-0,38	-0,65	-0,19	-0,42	-0,24	-0,62
13. Johannistriebe 1977 (%)	-0,12	-0,07	-0,38	-0,36	0,11	0,08	0,03	0,08

Signifikanzgrenzen wie bei Tabelle 21

Um zu erkunden, warum sich bei dem Untersuchungsmaterial keine Unterschiede zwischen den einzelnen Herkunftsgebieten nachweisen lassen, sind die Flächen mit den stärksten Schäden für sich beobachtet worden (Provenienzversuche: Bensheim, Rauschenberg, Sinntal, Waldsolms; Einzelstammabsaaten: Bensheim und Sinntal). Immerhin treten hier wenigstens bei den Provenienzen etwas deutlichere Abstufungen in der Befallsintensität auf (Abb. 23). So scheinen die Herkünfte von den tieferen Lagen der westlichen Kaskaden in Washington (7. WNK, 10. WSK), von der Olympic Peninsula (8. WOL) sowie die Provenienzen vom Küstenbereich in Oregon (13. OKU) etwas

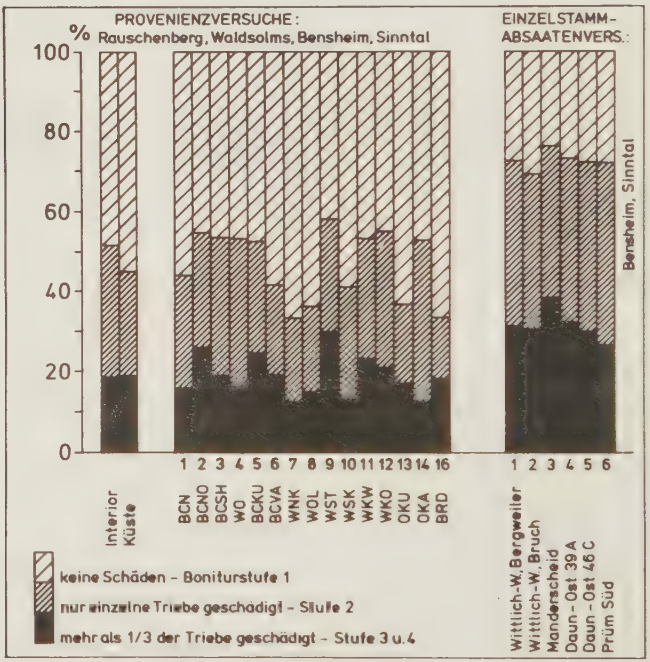

Abb. 23: Anteil der durch Spätfrost geschädigten Pflanzen 1977 (Flächen mit den größten Schäden)

Tabelle 27: Korrelationskoeffizienten (r) zwischen dem Anteil von Pflanzen ohne Spätfrosteinwirkungen (1977) und verschiedenen Variablen

	Rauschenberg	Waldsolms	Bensheim	Sinntal
1. geograph. Breite	-0,00	0,06	0,36	-0,08
2. geograph. Länge	0,22	0,23	-0,19	-0,08
3. Höhenlage über NN	-0,29	-0,04	0,29	-0,21
4. Höhe 1977	0,52	0,51	0,00	-0,02
5. Zuwachs 1977	0,41	0,42	0,17	0,00
6. Form 1977: gerade (%)	0,29	0,71	0,52	0,42
7. Form 1977: schlecht (%)	-0,43	-0,40	-0,38	-0,05
	$r_{0,05} < 0,19$	$r_{0,05} < 0,25$		$r_{0,05} < 0,26$
	$r_{0,01} < 0,24$	$r_{0,01} < 0,33$		$r_{0,01} < 0,34$
	$r_{0,001} < 0,31$	$r_{0,001} < 0,41$		$r_{0,001} < 0,43$

günstiger zu beurteilen zu sein. Da die Prüfglieder aus der Bundesrepublik (16. BRD) nur auf einer Fläche in Rauschenberg (relativ niedrige Forstschäden) vertreten sind, können sie nicht mit dem gleichen, günstigen Prädikat bedacht werden.

Der Vergleich der Korrelationskoeffizienten zwischen dem Anteil von schadensfreien Pflanzen (1977) und anderen Variablen verdeutlicht - wenn auch nur schwach ausgeprägt - ganz unterschiedliche Trends (Tab. 27): Offensichtlich hat der Spätfrost die Pflanzen auf den einzelnen Flächen in ganz verschiedenen Entwicklungsstadien getroffen. So findet man in Rauschenberg und Waldsolms positive Korrelationskoeffizienten mit der geographischen Länge, der Wuchsleistung, dem Zuwachs und schwach negative mit der Höhenlage der Ursprungsorte; dies deutet darauf hin, daß die westlich gelegenen, wüchsigen Küstenherkünfte aus relativ niedriger Höhenlage weniger geschädigt worden sind. Der Frost dürfte also in einem früheren Stadium eingetreten sein, als diese Provenienzen mit dem Austrieb noch nicht begonnen hatten. In Bensheim ist eine völlige Umkehrung zu bemerken: Hier scheinen vor allem die Herkünfte aus dem Norden

und Osten, die aus größerer Höhenlage stammen, eher schadensfrei geblieben zu sein; diese These wird dadurch gestützt, daß die Höhenwuchsleistung nicht mehr mit dem Anteil von schadensfreien Pflanzen korreliert ist. Hier kann also der Frost nur zu einem späteren Austriebsstadium aufgetreten sein, in dem sich die Küstenherkünfte noch in einer kritischen Phase befanden, während die Interior-Provenienzen in ihrer Entwicklung soweit fortgeschritten waren, daß sie der Spätfrost weniger traf. Der Temperatursturz, welcher diese Schäden verursacht haben kann, dürfte bei allen Versuchen durchaus der gleiche gewesen sein, da auf der Fläche Bensheim die Vegetationsperiode besonders früh beginnt (Bergstraßen-Klima). Die Werte der Versuchsflächen in Sinntal verhalten sich hingegen ziemlich indifferent.

5.62 Früh- und Winterfrost

Während Einwirkungen durch Frühfrost im Kampstadium eines der wichtigsten Beurteilungskriterien war, spielen diese Schäden im Stadium der Feldprüfung bisher eine ganz untergeordnete Rolle. Bei den Herkunftsversuchen wurden im Herbst 1975 nur 4,4 % und 1977 nur 4,2 % der Pflanzen als geschädigt angesprochen. Bei den Einzelstammabsaaten sind Unterschiede im Umfang des Schadens nur zwischen den Versuchsflächen und nicht zwischen den Prüfgliedern nachzuweisen; bei dem Provenienzversuch entfällt immerhin ein geringer Anteil der Varianz auf die Herkunftsgebiete (Tab. 28). Eindeutige Aussagen über die Anfälligkeit bestimmter Prüfglieder lassen sich jedoch nicht ableiten. Abbildung 24 verdeutlicht, daß Schäden ohnehin nur auf einzelnen Flächen in geringem Umfang auftreten.

Tabelle 28: Ergebnisse von Varianzanalysen über den Anteil von nicht durch Frühfrost geschädigten Pflanzen (Boniturstufe 1)

	FG	1975 F	1975 Varianzkomponenten absolut	1975 Varianzkomponenten %	1977 F	1977 Varianzkomponenten absolut	1977 Varianzkomponenten %
Herkunftsgebiete	14	2,72***	2,67	4,2	2,06*	1,42	1,3
Flächen	8	51,61***	47,16	73,9	123,79***	99,26	88,0
Fehler	556	-	13,98	21,9	-	12,13	10,7

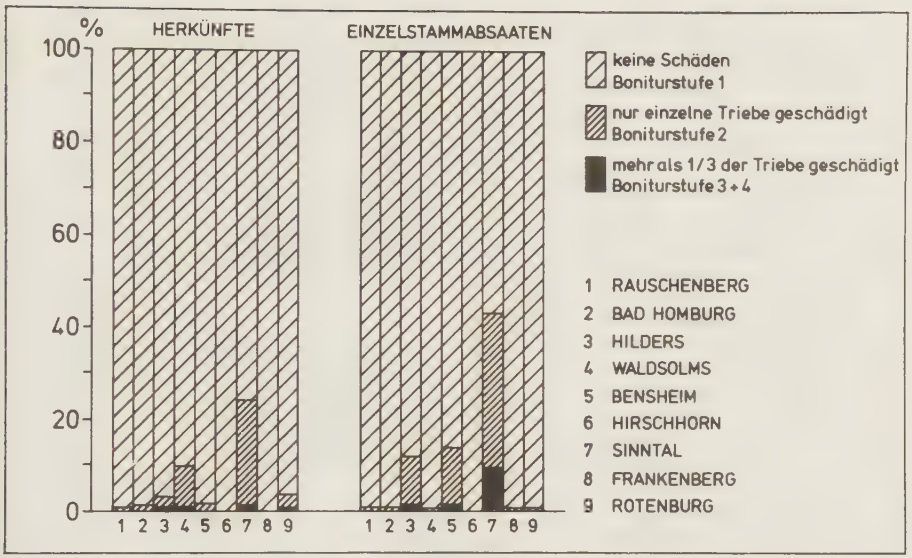

Abb. 24: Frühfrostschäden auf den verschiedenen Versuchsflächen 1977 (in %)

Der extreme Winter 1978/1979 gab erstmals seit der Pflanzung Gelegenheit, auch Schäden zu beobachten, welche durch große Kälte bzw. Frosttrocknis verursacht werden. In Hann.Münden (130 m üb. NN) lag in der Zeit vom 31.12.1978 bis zum 16. März 1979 eine geschlossene Schneedecke (76 Tage); Extremtemperaturen von bis zu - 21° C sind gemessen worden. Zum Zeitpunkt der Aufnahme, die unmittelbar nach der Schneeschmelze (Ende März) durchgeführt wurde, konnten keine Trieb- oder Knospenschäden bemerkt werden, lediglich Nadelverfärbungen bzw. -verluste waren eingetreten. In Abbildung 25 werden die Ergebnisse von drei Flächen dargestellt, die wegen ihrer Höhenlage (Frankenberg 580-610 m, Hilders 490-520 m), ihrer Exposition (stark geneigte bis steile SW-, SSO- und W-Hänge) sowie wegen besonderer Klimaverhältnisse (Gahrenberg: starke Insolation sowie Wechsel zwischen wärmerer Luft aus dem Fuldatal und Kaltluft von den Höhen des Reinhardswaldes) am meisten den Einwirkungen des Klimas ausgesetzt und somit am stärksten gefährdet sind. Auf den

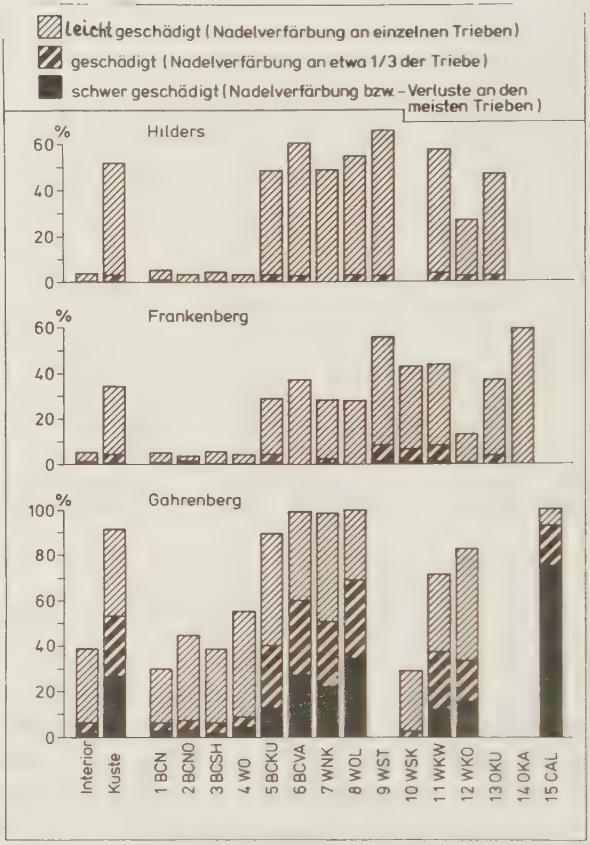

Abb. 25: Anteil der Winterfrostschäden auf drei Versuchsflächen (März 1979)

Versuchen Frankenberg und Hilders beobachtet man nur leichte Nadelschäden; im Forstamt Gahrenberg sind hingegen stellenweise schwere Nadelschäden bzw. -verluste zu finden. Gleichmäßige tiefe Temperaturen scheinen auch bei anfälligen Herkünften nicht so große Nachteile zu bringen wie ein - wenn auch nur leichter - Temperaturwechsel. Immerhin sind im Forstamt Gahrenberg an vielen Stellen, selbst bei Fichte Nadelschäden zu beobachten.

Ganz deutlich werden auf allen Flächen die Unterschiede zwischen den Prüfgliedern aus dem Interior und dem Küstenbereich. Besonders starke Schäden haben die Herkünfte aus Kalifornien (15. CAL) und überdurchschnittliche die Provenienzen, welche von den Tieflagen im südlichen Washington (9. WST) und aus den Kaskaden in Oregon (14. OKA) stammen. Die Prüfglieder von den niedrigeren Lagen im nördlichen Washington (7. WNK) und vom Küstenbereich in British Columbia (5. BCKU) können recht günstig beurteilt werden. Die Gruppe 10. WSK wird im Versuch Gahrenberg nur durch eine nicht ganz typische Herkunft repräsentiert; aus diesem Grund ist auch das gute Ergebnis nicht stichhaltig. Wie bei den anderen Variablen nehmen auch die Provenienzen vom Ostabfall der Kaskaden (12. WKO) eine Zwischenstellung ein.

5.7 Krankheiten

5.71 Rindenschildkrankheit

Die von Phomopsis pseudotsugae Wilson - eine Nebenfruchtform von Phacidiella coniferarum Hahn - verursachte Rindenschildkrankheit wurde auf den Versuchsflächen bisher kaum beobachtet. In der Zeit zwischen den Aufnahmen von 1975 und 1977 hat der Anteil der befallenen Pflanzen bei den Provenienzen von 0,04 % auf 0,95 % und bei den Einzelstammabsaaten von 0,08 % auf 0,97 % zugenommen. Weder eine Fläche, noch ein Prüfglied zeigen einen deutlich stärkeren Befall.

5.72 Chlorose

In geringem Umfang sind chloroseartige Nadelverfärbungen aufgetreten (z.B. 1977 an 1,8 % aller Pflanzen). Die "Kalkchlorose" an Douglasie ist nur auf Standorten mit extrem hohem Carbonatgehalt im Boden zu finden (DERTINGER 1964, OESCHGER 1966). Da keiner von den Versuchen, welche in die intensivere Auswertung eingegangen sind, auf Standorten mit günstiger Basenversorgung angelegt worden ist, kann "Kalkchlorose" eigentlich nicht auftreten. Es dürfte sich also auf den meso- bzw. oligotrophen Standorten (Tab. 4) eher um temporäre Nadelverfärbungen handeln, die durch Mangel an bestimmten

Stoffen (z.B. Stickstoff-Sperre) verursacht werden (EVERS 1963). Diese Behauptung wird etwas dadurch gestützt, daß auf den Flächen mit relativ günstiger Trophie (z.B. Waldsolms) der geringste, auf Versuchen mit ungünstiger Basenversorgung (Bensheim, Rauschenberg, Bad Homburg, Hilders) der höchste Anteil an Pflanzen mit Nadelverfärbungen zu finden ist.

Die Fläche Wanfried ist bewußt auf einem Standort angelegt worden, auf dem mit Chlorose zu rechnen war. Hier werden auch bei der Aufnahme 1977 einige Unterschiede zwischen den Herkunftsgebieten deutlich (Abb. 26). Allerdings fehlen bei diesem Versuch Wiederholungen, so daß die Aussagen über die Aufnahmeergebnisse nicht statistisch abgesichert werden können. Die Herkünfte aus dem Küstenbereich im nördlichen Washington und im südlichen British Columbia (5. BCKU, 6. BCVA, 7. WNK, 8. WOL) sowie von Kalifornien (15. CAL) scheinen mehr unter Chlorose zu leiden als andere Provenienzen. Diese Ergebnisse werden im allgemeinen durch Beobachtungen von L. GÜNZL (mündliche Mitteilung 1978) bestätigt.

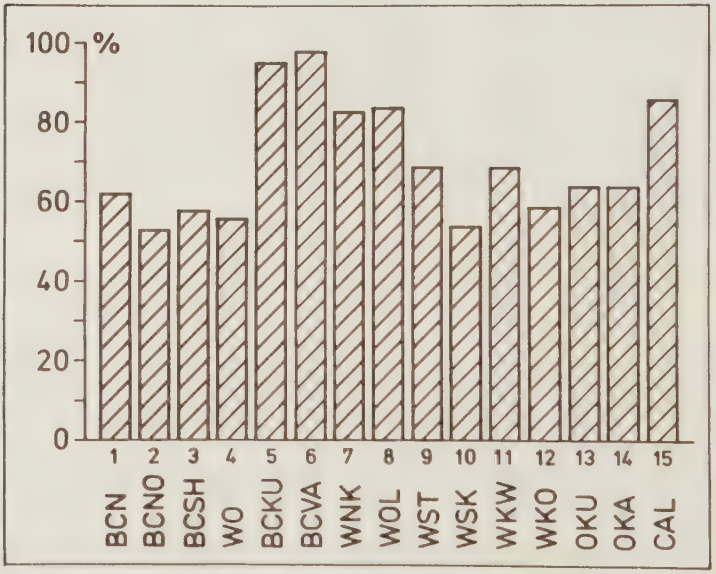

Abb. 26: Anteil der von Chlorose befallenen Pflanzen auf der Versuchsfläche Wanfried (1977)

5.8 Überprüfung der Gruppeneinteilung

Auch bei den Ergebnissen der Flächenaufnahmen ist die Abgrenzung der Herkunftsgebiete und die Zuordnung der einzelnen Provenienzen mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse überprüft worden. Eingegeben wurden insgesamt 21 Variable, von denen zwei während des Rechenganges als nicht ausreichend trennscharf aussortiert werden konnten. Lediglich 7,7 % der Fälle sind falsch eingeordnet. Es gibt Gebiete, in denen keine oder nur geringe Abweichungen auftreten (1. BCN, 2. BCNO, 3. BCSH, 4. WO, 6. BCVA, 8. WOL, 9. WST, 10. WSK, 13. OKU, 14. OKA), aber auch Gruppen, wo eine genau definierte Grenze nicht ohne weiteres festzustellen ist (Tab. 29). Ganz deutlich ist auch hier

Tabelle 29: Herkünfte, die im Rahmen der Diskriminanzanalyse anderen Gruppen zugeordnet worden sind

Herkunfts-gebiete	Anzahl der Fälle N	Anteil falsch sortierter Fälle %	Her-kunft	Anzahl der Flächen N	Umsortiert in das Herkunftsgebiet (Anzahl der Fälle)
1. BCN	55	1,8	1111	9	3. BCSH 1
3. BCSH	161	4,3	1013	9	2. BCNO 7
5. BCKU	39	12,8	1006	9	1. BCN 1
			1030	9	6. BCVA 1
			1034	9	6. BCVA 3
6. BCVA	46	4,3	1041	6	8. WOL 1
			2011	1	5. BCKU 1
7. WNK	26	19,5	1038	6	11. WKW 1
			1051	1	8. WOL 1
			1070	4	11. WKW 2
			1063	4	10. WSK 1
8. WOL	44	4,5	1061	6	7. WNK 1
			1074	6	10. WSK 1
9. WST	19	5,3	1088	9	10. WSK 1
11. WKW	48	35,4	1047	6	7. WNK 2 12. WKO 1
			1056	6	12. WKO 3
			1079	9	12. WKO 2
			1093	4	10. WSK 1 14. OKA 1
			1097	9	10. WSK 7
12. WKO	31	12,9	1071	4	11. WKW 1
			1078	4	11. WKW 1
			1082	6	11. WKW 1
			1092	1	11. WKW 1

erkennbar, daß die beiden Provenienzen 1013 und 1097 den benachbarten Gebieten zugeordnet werden müssen. Während bei den meisten Gruppen nur unwichtige Grenzkorrekturen erwogen werden können (z.B. 1034 nach 6. BCVA), ist im Kaskadenbereich von Washington mit erheblichen Schwierigkeiten zu rechnen, wenn eine definierte Grenze festgelegt werden soll. Insbesondere sind die Unterschiede zwischen den Provenienzen vom westlichen und östlichen Teil (11. WKW; 12. WKO) ziemlich fließend, so daß die Wasserscheide als Abgrenzung nicht geeignet zu sein scheint. In Abbildung 27 ist versucht worden, mit Hilfe der ersten und zweiten Diskriminanzfunktion (Gewicht 69,2 % und 25,5 %) die Lage der einzelnen Provenienzen der Fläche Rauschenberg sowie der Zentroiden der jeweiligen Gruppe von allen Flächen darzustellen. Hier wird deutlich, daß zwischen Küstenbereich und dem Interior kaum Überlappungen zu finden sind.

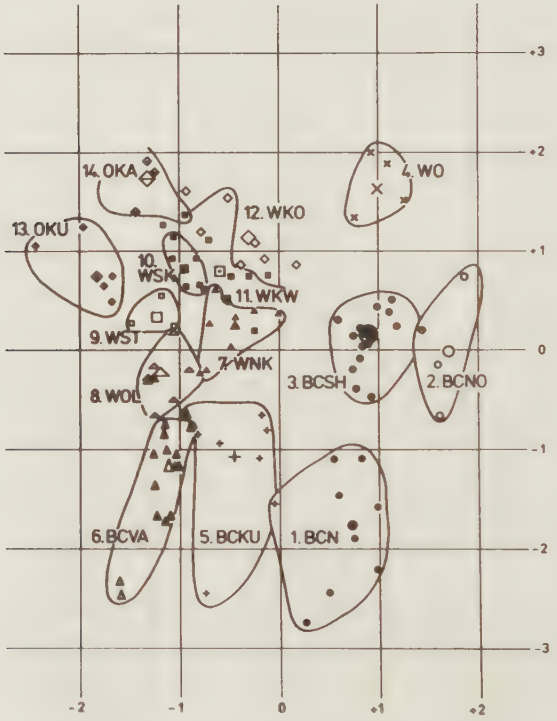

Abb. 27: Darstellung der Provenienzen der Fläche Rauschenberg sowie der Zentroiden aller Fälle durch die 1. (horizontal) und 2. Diskriminanzanalyse (vertikal)

6. Diskussion

6.1 Beurteilung der Herkünfte

6.11 Eignung der verschiedenen Beurteilungskriterien

Im Rahmen der Provenienzforschung wird versucht, das Variationsmuster einer Baumart zu erkunden und die Adaptationsmechanismen herauszufinden. Da bei der Einbürgerung kaum ein ganzes Bestandesleben für Beobachtungen genutzt werden kann, müssen Kriterien entwickelt werden, welche die Beurteilung von bestimmten Herkünften nach relativ kurzer Zeit ermöglichen. Die Probleme und Schwierigkeiten, welche sich bei solchen vorläufigen Aussagen ergeben, sind bekannt. Bei den vorliegenden Daten kann jedoch darauf hingewiesen werden, daß sie sich zum einen vorzüglich in die bereits dargestellten, älteren Versuchsergebnisse einpassen und zum anderen auch durch die Experimente von anderen Institutionen des benachbarten Auslandes, welche sich ebenfalls an dem IUFRO-Versuch beteiligen und mit dem gleichen Saatgut arbeiten, voll bestätigt werden. Aus diesem Grund dürfte das umfangreiche Untersuchungsmaterial ausreichen, um schon jetzt relativ sichere Anbauempfehlungen für Hessen und benachbarte Gebiete entwickeln zu können.

Bei der Auswertung der Aufnahmen haben sich eine Reihe von gegenseitigen Abhängigkeiten verschiedener quantitativer und qualitativer Variabler ergeben; es ist also möglich, von einzelnen Merkmalen auf andere Eigenschaften zu schließen. Während der ersten Lebensphase ist die Höhe wohl die wichtigste quantitative Größe. Bedingt durch unterschiedliche Keimgeschwindigkeit sowie durch optimale Wärme, Wasser- und Nährstoffversorgung unter den ziemlich kontrollierbaren Bedingungen des Saatbeets läßt sich während des ersten Jahres kaum eine Aussage über die spätere Wuchsleistung ableiten. Von der Verschulbeetphase an werden, wie die Versuchsergebnisse gezeigt haben, solche Schlüsse zunehmend sicherer. Die vorliegenden Höhenaufnahmen im Kamp und auf Versuchsflächen werden von anderen Institutionen, welche unter vergleichbaren Verhältnissen mit dem gleichen Material gearbeitet haben, weitgehend bestätigt (z.B. BIALOBOK und MEJNARTOWICZ 1970, MEJNARTOWICZ 1973 und 1976, NANSON 1973, O'DRISCOLL 1973,

KLEINSCHMIT et al. 1974, KRIEK 1974 und 1975). Der Höhenzuwachs unterliegt relativ starken Schwankungen, was einmal durch das jeweilige Klima während einer Vegetationszeit, aber auch durch herkunftsspezifisches Reagieren auf solche Einflüsse hervorgerufen werden kann. Daß der Höhenzuwachs in der Jugendphase durch die terminale Prolepsis gefördert werden kann (MARCET 1975), ist insbesondere bei den Herkünften vom Küstenbereich zu beobachten. Welchen Anteil die Johannistriebe am Höhenwachstum (ca. 20 %) haben können, weist MEJNARTOWICZ (1976) nach. In dieser Altersphase wird auch die Form nicht unwesentlich durch die Höhenwuchsleistung bestimmt.

Ein weiteres wichtiges Beurteilungskriterium ist das phänologische Verhalten einer Herkunft. Nur wenn dieses den klimatischen Verhältnissen des Gastlandes weitgehend angepaßt ist, kann der Anbau bestimmter Provenienzen erfolgversprechend sein. Das phänologische Verhalten wird überwiegend durch genetische Faktoren fixiert; es hat sich bei der Angleichung an die speziellen ökologischen Verhältnisse des Ursprungsortes ausgebildet (ENGLER 1905 , HOFFMANN 1952, MORRIS et al. 1957, SILEN 1962 a, IRGENS-MØLLER 1967). Da jedoch bei den meisten Douglasienherkünften in der Phänologie eine erhebliche Variationsbreite erhalten ist, verfügt die Art immer über eine ausreichend große Variabilität, um sich als Pionierbaumart auch anderen ökologischen Verhältnissen anpassen zu können. Die Richtung dieser Selektion wird vor allem durch den Frost bestimmt. Da Fröste jeweils zu ganz unterschiedlichen Zeitpunkten im Jahresablauf eintreten können, ist die Steuerung von Austrieb und Vegetationsabschluß ganz wesentlich an die Photoperiode gekoppelt (z.B. IRGENS-MØLLER 1957 und 1958, CAMPBELL und SORENSEN 1973, CAMPBELL und SUGANO 1975).

Bei den Kampaufnahmen waren vor allem Früh- und Winterfrostschäden von Bedeutung. Nach den vorliegenden Ergebnissen beeinflussen der Zeitpunkt von Knospenbildung und Verholzung am Terminaltrieb deutlich den Umfang dieser Schäden. Da beide Variablen recht gut miteinander korreliert sind, reicht es aus, wenn die leichter zu ermittelnden Stadien der Knospenbildung bonitiert werden. Im Kamp - also bei relativ gleichen Standortsverhältnissen - findet man

ziemlich enge Korrelationen zwischen Vegetationsabschluß und Nadelfarbe; diese kann somit ebenfalls als Beurteilungskriterium herangezogen werden. Oft wird darauf hingewiesen, daß Johannistriebbildung den Vegetationsabschluß bei Douglasie erheblich verzögert. LARSEN (1976) konnte jedoch nachweisen, daß solche Erscheinungen die Früh- und Winterfrostempfindlichkeit nur während der Abhärtungsphase etwas beeinflussen.

Abgesehen von den Einwirkungen im Winter 1978/1979 haben die alljährlichen Spätfröste einen stärkeren Einfluß auf die Entwicklung der einzelnen Versuchsflächen genommen als die Früh- und Winterfröste. Es kann festgehalten werden, daß spättreibende Herkünfte vom Küstenbereich in Washington (7. WNK, 8. WOL) etwas weniger geschädigt werden als andere. Die Beobachtungen zeigen jedoch, daß es auch für spät austreibende Provenienzen keine absolute Sicherheit gegenüber solchen Schäden gibt; der lokale Klimaverlauf zu Beginn einer Vegetationsperiode kann Unterschiede in der Anfälligkeit, die durch phänologisches Verhalten bedingt sind, völlig überlagern. Immerhin scheinen wüchsige Pflanzen weniger vom Spätfrost getroffen zu werden. Verständlicherweise beeinflussen diese Einwirkungen auch die Formeigenschaften in erheblichem Umfang. Die Ergebnisse der Bonituren der Winterfrostschäden im März 1979 haben verdeutlicht, daß sich diese Beeinträchtigungen auch nach einem extremen Jahr durchaus noch in einem erträglichen Rahmen halten. Neben den herkunftsspezifischen Resistenzunterschieden dürfte vor allem das Regenerationsvermögen der wüchsigeren Herkünfte für die Beurteilung von Prüfgliedern von Bedeutung sein, da so die kritische Phase in der Jugend am schnellsten überwunden wird.

Wegen dieser Schwierigkeiten ist eine objektive Aussage über Frostresistenz einer Herkunft wohl eher durch Experimente unter Laborbedingungen oder in einer Klimakammer zu erhalten als bei Feldversuchen (LARSEN 1976). Die Schäden sind jedoch im Mittelgebirge offensichtlich nicht so gravierend wie bei Versuchen im norddeutschen Dilluvium (z.B. DITTMAR 1954, SCHOBER und MEYER 1955, DONG 1970). Der Umfang der Beeinträchtigungen durch Winterfrost ist nach den vorliegenden Aufnahmeergebnissen weniger durch die

Höhenlage als durch das lokale Klima beeinflußt worden. Auf den Versuchsflächen im Mittelgebirge waren stärkere Spätfrostschäden nur bei ausgesprochener Plateaulage bzw. auf extrem gefährdeten Standorten (z.B. Kaltluftstau) zu beobachten. Aber auch auf der am meisten beeinträchtigten Fläche (Bensheim) waren deutliche Unterschiede je nach Lage und Entfernung vom Altholzrand zu bemerken. Falls vorausgesetzt werden kann, daß geeignete Herkünfte verwendet werden, läßt sich in Hessen dieser Bereich durch Standortsauswahl und waldbauliche Mittel soweit beeinflussen, daß mit extremen Schäden in der Regel nicht zu rechnen ist.

Nach den bisherigen Ergebnissen scheinen sich für die Konzipierung von Anbauempfehlungen einzelne Beurteilungskriterien für Herkünfte in der Jugendphase besonders zu eignen. Es sind Höhenwuchsleistung, Austriebsverhalten, Vegetationsabschluß (Knospenbildung) sowie Nadelfarbe. Merkmale wie Prolepsis, Formeigenschaften und Frostschäden sind sicher ebenfalls wichtige Faktoren; da sie jedoch in starkem Maße von den zufälligen standörtlichen Bedingungen sowie vom Klimaverlauf eines Jahres beeinflußt werden, können die Aufnahmen von einem einzigen Jahr nur mit Vorbehalten genutzt werden. Keines der angeführten Merkmale hat jedoch für sich alleine ein ausreichendes Gewicht; für Beurteilungen in der Jugendphase können sie nur gemeinsam gewertet werden.

6.12 Klinale Einflüsse

Seit geraumer Zeit wird versucht, die Veränderung bestimmter Eigenschaften entlang von geographischen Gradienten (Klin) nachzuweisen. Es gibt wohl keine Baumart, bei der so viele Untersuchungen über diesen Bereich vorliegen wie bei der Douglasie (z.B. IRGENS-MØLLER 1968, HERMANN und LAVENDER 1968, v. RUDLOFF 1972 b, CAMPBELL und SORENSEN 1978). Die bisherigen Erkenntnisse werden durch das vorliegende Material nicht immer voll bestätigt. Wohl waren, wenn alle Prüfglieder in die Berechnungen eingingen, recht gute Abhängigkeiten zwischen den geographischen Koordinaten sowie der Höhenlage der Ursprungsorte und verschiedenen Variablen zu finden; ziemlich undeutlich oder sogar völlig gegensätzlich wurden diese Erscheinungen, wenn die Prüfglieder vom Küstenbereich

oder vom Interior für sich betrachtet worden sind. Die Unterschiede zwischen den beiden Bereichen dürften in vielen Fällen die Korrelationen bzw. Regressionen mehr bestimmen als eine kontinuierliche Entwicklung von Eigenschaften entlang der geographischen Koordinaten. Auch bei der Höhenlage lassen sich solche Beobachtungen nicht immer mit der gewünschten Deutlichkeit nachweisen.

Für die Herausarbeitung von Klinen dürfte es von Vorteil sein, mit Prüfgliedern zu arbeiten, die gezielt für solche Untersuchungen ausgewählt worden sind (z.B. Transsekte). Bei dem vorhandenen Versuchsmaterial scheinen sich einzelne Faktoren in ihrer Wirkung gegenseitig zu überlagern. Über größere Entfernungen sind Kline ohnehin nur in Ausnahmefällen zu finden; daneben können sie sich eher bei Arten der Klimaxwaldgesellschaften ausbilden, bei denen Populationen über mehrere Generationen auf dem gleichen Standort stocken (STERN 1964). Die Douglasie ist hingegen nicht unbedingt als Klimax-Art zu bezeichnen. In Reinbestände, welche nach einer Katastrophe entstanden sind, wandern in der natürlichen Sukzession im ozeanisch getönten Klimabereich von Washington oder Oregon Tsuga heterophylla oder Thuja plicata als Klimax-Arten ein (BECKING 1956); die Verjüngung erfolgt also in der Regel nicht an der gleichen Stelle.

6.13 Korrekturen bei der Gruppeneinteilung

Im Laufe der Untersuchungen ist deutlich geworden, daß sich die vorläufige Einteilung in die beiden Bereiche und in 15 Herkunftsgebiete weitgehend bewährt hat. Aber auch nach einigen Korrekturen können keine starren Grenzen gesetzt werden, da bei der Definition eines solchen Gebietes eine Reihe von teilweise gegensätzlichen Komponenten in Einklang gebracht werden müssen: Es soll sich um ein geographisch abgrenzbares Gebiet mit weitgehend ähnlichen ökologischen Verhältnissen handeln, in dem Populationen mit ähnlicher genetischer Konstitution beheimatet sind. Da man im Verbreitungsgebiet der Douglasie nur selten scharfe Grenzen zwischen Ökotypen findet, müssen in der Regel kontinuierliche Übergänge vorausgesetzt werden. Besonders deutlich wird dies bei den beiden großen Formenbereichen. Gerade hier ist anzunehmen, daß

nach den Eiszeiten zwischen den bis dahin weitgehend separierten Floren des Küstenbereiches und des Binnenlandes ein umfangreicher Genaustausch (vor allem in Kanada und in nordwestlichen Teilen der Vereinigten Staaten) stattgefunden hat (ZAVARIN und SNAJBERK 1972). In der Übergangszone vom Küstenbereich und Interior in British Columbia ist weitgehend eine Differenzierung der beiden Formen eingetreten: Im gleichen Gebiet sind Populationen, welche man als Küstenformen ansprechen kann, auf Standorten mit hohen Niederschlägen, "Interior-Formen" mehr auf den trockenen Nord-Ost-Hängen zu finden (v. RUDLOFF 1972 a und 1973). Ähnliches ist offensichtlich in den zentralen Teilen der Kaskaden von Washington zu beobachten (11. WKW, 12. WKO); auch hier trifft man auf eine Übergangszone zwischen beiden Formen. Die Wasserscheide in den Kaskaden, die von vielen Autoren als Grenze zwischen den beiden Bereichen angesehen wird, dürfte trotz der starken Klimaunterschiede nach den vorliegenden Untersuchungen nicht als Trennungslinie geeignet sein, da auch jenseits dieser Barriere noch eine Reihe von Provenienzen in vielen Eigenschaften eher der Küstenform zuzurechnen sind (z.B. 1071, 1078, 1092). Man sollte daher die zentralen und östlichen Teile der Kaskaden in Washington eher als ein Übergangsband zum Interior betrachten und die Herkünfte aus diesem Gebiet möglichst in einer Gruppe zusammenfassen. Daneben ergeben sich noch folgende kleinere Grenzkorrekturen: 2. BCNO muß etwas nach Westen (1013) und 10. WSK nach Süden (1093, 1097) erweitert werden. Unbedingt sollte erwogen werden, die Inseln zwischen Vancouver Island und dem Festland (hier auch einzelne Halbinseln) den östlichen Teilen von 6. BCVA zuzuschlagen, was auch der Einteilung von Saatzonen in British Columbia von HADDOCK und SZIKLAI (1966) entspricht.

6.14 Erntegebiete für Hessen

Für die Entwicklung von Herkunftsempfehlungen ist es unumgänglich, zunächst einmal festzustellen, aus welchen Bereichen die Herkünfte mit den besten Wuchsleistungen stammen. Aus diesem Grund ist wie bei der Ermittlung des genetischen Gewinnes vorgegangen worden. Bei den beiden orthogonalen Teilversuchen wurden deshalb 20 % der

Herkünfte mit den besten Leistungen ausgewählt; sie entfallen auf folgende Gruppen:

3. BCSH (Shuswap Lake-Gebiet): 1007, 1014
5. BCKU (Küstenbereich in British Columbia): 1034
6. BCVA (Vancouver Island): 1026, 1032, 1036, 1041
7. WNK (Bereich zwischen Küste und Kaskaden - einschließlich der westlichen Teile - im nördlichen Washington): 1038, 1049, 1054, 1063, 1070
8. WOL (Olympic Peninsula): 1061, 1073, 1074, 1076, 1077
10. WSK (untere Lagen der westlichen Kaskaden in Süd-Washington): 1085
12. WKO (Ostteil der Kaskaden in Washington und im nördlichen Oregon): 1099
13. OKU (Küstenbereich von Oregon): 1094, 1101

Diese Liste verdeutlicht, daß der Schwerpunkt bei drei Gebieten (6. BCVA nur an der Ostküste) liegt. Diese Aussage kann gestützt werden, wenn man Herkünfte dieser Gebiete, welche nur auf einer Fläche angebaut sind, zu einem Vergleich heranzieht. Es ist zu bemerken, daß die meisten dieser Provenienzen kaum hinter den Leistungen der angeführten zurückstehen (Anhang 7 und 8). Die beiden Gebiete 7. WNK und 8. WOL lassen sich also durch die Provenienzen 1050, 1051, 1072 bzw. durch 1064 ergänzen. Auch bei diesen in ihren Leistungen homogenen Gruppen erreichen zwei Herkünfte nicht das übliche Niveau (1058, 1059). Die Prüfglieder von der Ostküste von Vancouver Island lassen sich recht gut komplementieren durch die Herkünfte 1033, 2008 und 2011. Es zeigt sich, daß nach den Versuchsergebnissen in Hessen drei räumlich abgegrenzte Erntegebiete ausgeschieden werden können (Abb. 28), aus denen Saatgut importiert werden kann:

1. Bereich zwischen Küste und Kaskaden (einschließlich der westlichen Teile) im nördlichen Washington und südwestlichen British Columbia zwischen dem Frazer River und etwa 47° nördlicher Breite (bis ungefähr 700 m Höhenlage),
2. Olympic Peninsula bis etwa 700 m Höhenlage (vor allem die südlichen und süd-westlichen Teile),
3. Ostküste von Vancouver Island und östlich gelegene Inseln (sowie einzelne Halbinseln vom Festland) bis etwa 600 m Höhenlage über NN.

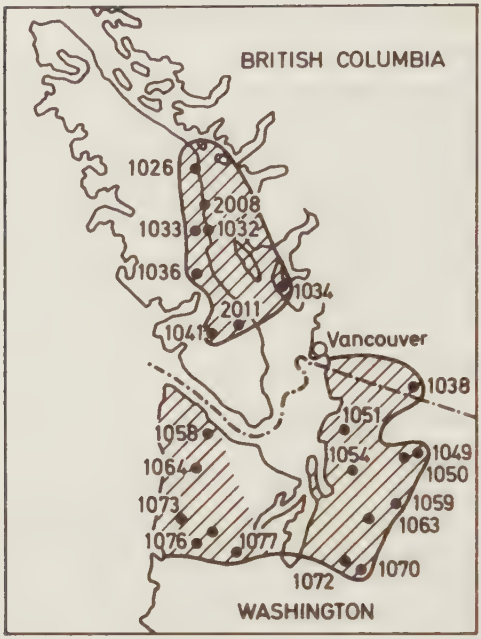

Abb. 28: Empfohlene Erntegebiete

Die Herkünfte der ersten beiden Gebiete zeichnen sich ganz besonders aus durch gute Formeigenschaften, günstiges phänologisches Verhalten (relativ geringe Frostschäden) und eine hohe Vitalität (geringe Ausfälle und gutes Regenerationsvermögen bei Frostschäden). Gegen diese beiden Gruppen fällt die dritte etwas ab: Wegen des ungünstigeren phänologischen Verhaltens - die Verholzung der Triebe setzt später ein, einzelne Herkünfte treiben deutlich früher aus (1036 und 1041) - scheinen diese Provenienzen anfälliger gegenüber den verschiedenen Arten des Frostes zu sein; dies schlägt sich offensichtlich auch in höheren Ausfällen nieder. Sollten solche Herkünfte also in Hessen oder in benachbarten Gebieten angebaut werden, so ist bei der Standortsauswahl ganz besonders auf mögliche Gefährdungen durch Frost zu achten. Falls Provenienzen aus den beiden besten Gebieten nicht erhältlich sind, so eignen sich durchaus Herkünfte der Bereiche um Randle

(10. WSK) und um Vernonia (Oregon). Allerdings ist auch hier das phänologische Verhalten ungünstiger zu beurteilen.

Aus dem Interior erzielen nur 2 Provenienzen (1007, 1014) gute Leistungen. Es ist zu vermuten, daß in diesem Gebiet auf kleiner Fläche einzelne geeignete Herkünfte zu finden sind. Bei den üblichen Ernte- und Kontrollmethoden dürfte es jedoch ziemlich unwahrscheinlich sein, daß langfristig Saatgut solcher Herkünfte nach Mitteleuropa exportiert werden kann, ohne daß es mit Material von benachbarten minderwertigen Provenienzen vermischt wird. Einzelne Prüfglieder bei diesen Herkunftsempfehlungen zu berücksichtigen, dürfte also nicht gerade sinnvoll sein. Mit der weiteren Entwicklung der Versuche, mit zunehmender Anbauerfahrung und nach Änderung der Erntemethoden ist es durchaus möglich, daß auch diese Empfehlungen der Modifizierung bzw. Ergänzung bedürfen.

6.2 Wertung der Einzelstammabsaaten

Schon bei flüchtigem Betrachten der Aufnahmeergebnisse dieser Versuche zeigt sich, daß die durchschnittlichen Wuchsleistungen auf allen Flächen in etwa denen der besten Gruppe der Provenienzen zu vergleichen sind (Abb. 16, Anhang 9). Da fünf der sechs Ausgangsbestände nach dem Saat- und Pflanzgutgesetz zur Beerntung zugelassen sind, dürfte dies durchaus auch als ein positives Beispiel für Bestandesanerkennungen zu werten sein. Schon aus diesen Versuchen kann man folgern, daß Saatgut von sorgfältig ausgewählten einheimischen Beständen in der Regel Importen vorzuziehen ist (FRÖHLICH 1959 a); dieses Aufkommen sollte also gesteigert werden.

Eine individuelle Wertung des Elternmaterials zu geben, was eigentlich das Ziel einer Nachkommenschaftsprüfung ist, dürfte kaum möglich sein, da es bislang bei keiner der verschiedenen Variablen zu einer deutlichen Differenzierung zwischen den Erntebeständen gekommen ist. Auch bei den Einzelstammabsaaten sind kaum größere Unterschiede zu finden. Lediglich einzelne zeigen deutlich bessere (Prüfglieder 24, 47, 62) bzw. schlechtere Leistungen (45, 69, 79) (Anhang 10 und 11). Wie bei anderen Versuchen ist bei den Höhen eine größere Varianz innerhalb der einzelnen Absaat als zwischen

den Prüfgliedern anzutreffen (DIXON 1970). Stärkere Abweichungen bemerkt man auch nicht bei anderen Variablen wie phänologischem Verhalten, Form, Frostschäden, Ausfällen etc. Aufgrund der Beobachtungen von den Nachkommenschaftstests kann angenommen werden, daß das Saatgut, aus dem die Erntebestände entstanden sind, aus sehr guten Herkunftsgebieten des Küstenbereiches stammen. Selbst benachbarte Provenienzen in einer relativ einheitlichen Region (z.B. 7. WNK) zeigen jedoch größere Unterschiede. Trotz dieser Homogenität ist wegen der Altersunterschiede nicht anzunehmen, daß es sich in den meisten Fällen um die gleiche Provenienz handelt (mögliche Ausnahme: Wittlich-West). Unterstellt man aber verschiedene Herkünfte, so müssen hier eine Reihe von Faktoren gewirkt haben, um eine solche Homogenität zu erreichen. Folgende Möglichkeiten sind denkbar:

1. Die Bestände stocken in der Eifel in benachbarten Forstämtern (maximale Entfernung ca. 40 km) auf ziemlich ähnlichen Standorten (Tab. 1); die bisherige Bestandesbehandlung dürfte sich weitgehend gleichen.
2. Die Bestände und die beernteten Einzelbäume sind nach den gleichen Kriterien ausgewählt worden. Da bei der Ernte (1968) nur relativ wenig Bäume Zapfenbehang aufwiesen, ist es möglich, daß auch durch ein gleichgerichtetes Blühverhalten der einzelnen Mutterbäume eine weitere Einschränkung des Materials erfolgt ist.
3. Durch Aussaat und Anzucht des Versuches unter gleichen Verhältnissen kann ebenfalls ein Einfluß ausgeübt worden sein. Außerdem stocken die Versuche auf ziemlich ähnlichen Standorten.

Bei der großen Variabilität der Douglasie können diese Faktoren stärker gewesen sein als das Bestreben, die ursprüngliche Identität der Ausgangspopulation zu erhalten. Immerhin kann vermutet werden, daß bei diesem Material ein deutlicher Schritt in Richtung zu einer "Landrasse" (DE VECCHI 1969) vollzogen worden ist.

6.3 Vorschläge für die weitere züchterische Bearbeitung der Douglasie in Hessen

6.31 Voraussetzungen

Bevor eine Konzeption für ein Züchtungsprogramm entwickelt werden

kann, sind bei jeder Baumart eine Reihe von Fragen zu klären, welche das artspezifische Vorgehen beeinflussen. Neben dem mehr ökonomischen Bereich wie Ermittlung des Bedarfs, der Nachfrage, der zu erwartenden Kosten und des möglichen Vorteils bestimmen zumeist biologische Komponenten die Überlegungen. In vielen Arbeiten sind Entwicklung und Aufbau von Blüte, Pollenflug und Befruchtungsvorgänge bei der Douglasie beschrieben worden (z.B. ALLEN und OWENS 1972, SILEN 1962 b und 1963). Untersuchungen von SORENSEN (1971 und 1973) haben ergeben, daß bei Douglasien kaum Selbstfertilität (ca. 7,5 %) zu finden und außerdem nur in geringem Umfang mit Inzuchtdepressionen zu rechnen ist. Bezüglich der Vererbbarkeit der Wuchsleistung konnten an Hand des vorliegenden Materials einige Aussagen gemacht werden. Über den Bereich von Jugend-Alters-Korrelationen von bestimmten Eigenschaften, was für Selektionsentscheidungen in früheren Altersstadien von besonderer Bedeutung ist, können keine völlig abgesicherten Ergebnisse abgeleitet werden, da der Untersuchungszeitraum nur 8 Vegetationsperioden umfaßt. Immerhin liegen jedoch über dieses Problem langjährige Beobachtungen aus Nordamerika vor, die zuletzt von NAMKOONG, USANIS und SILEN (1972) ausgewertet wurden. Zwischen den Höhenmessungen im Alter von 5 und denen von 53 Jahren sind nur schwache Korrelationen ($r = 0,24$) zu finden; zwischen den Höhen im Alter von 10 und Messungen im Alter von 53 Jahren zeigen sich hingegen schon sehr günstige Werte ($r = 0,58$) und ab Alter 15 liegen die Koeffizienten nahe am Idealwert ($r = 1,0$). Dies bedeutet: Bereits vor dem Einsetzen der Blüte im Alter von 20 bis 25 Jahren (ROHMEDER 1972) können Selektionsmaßnahmen mit Erfolg durchgeführt werden. Trotzdem sollte versucht werden, die Risiken, welche durch ein späteres Umsetzen eintreten können, möglichst gering zu halten, indem mit einem umfangreichen Ausgangsmaterial gearbeitet und auf extreme Selektionsintensität verzichtet wird.

6.32 Probleme bei der bisherigen Züchtungsarbeit

Im Gegensatz zu den meisten einheimischen Baumarten treten bei der Douglasie ganz erhebliche Schwierigkeiten bei der vegetativen Vermehrung auf. Wegen Unverträglichkeiten zwischen Pfropfreisern

und Unterlagen (Inkompatibilitätserscheinungen) fällt auf Kreuzungsquartieren und Samenplantagen ein großer Teil der Pfropflinge aus. So sind auf einer Samenplantage im Hessischen Forstamt Reinhardshagen (Abt. 384 A) seit der Pflanzung im Frühjahr 1961 im Laufe der Zeit insgesamt 44 % der Pfropflinge abgestorben; mit weiteren Ausfällen ist auch in den kommenden Jahren zu rechnen. Obwohl viele Untersuchungen über diesen Bereich angestellt worden sind, konnte bisher keine wirksame Abhilfe erreicht werden (z.B. DUFFIELD und WHEAT 1964, ORR-EWING 1969, COPES 1970, SILEN und COPES 1972). Der Aufbau von Kreuzungsquartieren und Samenplantagen mit definierten Anteilen dürfte also auch in den nächsten Jahren mit Problemen verbunden sein.

Einen günstigen Ausweg könnte die autovegetative Vermehrung eröffnen, wenn wie für die Fichte wirtschaftliche Verfahren für die Großvermehrung entwickelt worden wären (z.B. FRÖHLICH 1959 b, KLEINSCHMIT et al. 1973). Seit geraumer Zeit sind Untersuchungen über die Vermehrungsmethode (z.B. GRIFFITH 1940, KLEINSCHMIT 1972), über anatomische Entwicklungsstadien der Wurzelbildung sowie über physiologische Einflüsse durchgeführt worden (z.B. HEAMAN und OWENS 1972, ROBERTS und FUCHIGAMI 1973, ROBERTS et al. 1974, BHELLA und ROBERTS 1975). Günstige Bewurzelungsergebnisse (50-80 %) lassen sich ohne weiteres im Experiment erzielen. Die starke Fixierung der Ortsnatur dieser Stecklinge (Topophysis) bewirkt jedoch, daß selbst nach längerer Beobachtungsdauer kein befriedigender Anteil an geraden Stecklingspflanzen erreicht wird (VIEITEZ et al. 1977).

Züchtungsverfahren, welche nach den zumeist üblichen Methoden (Plusbaumauswahl, Pfropfung, gelenkte Kreuzung, Nachkommenschaftsprüfung und Aufbau von Elite- oder Hochzuchtsamenplantagen) vorgehen, dürften nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht als wirtschaftlich anzusehen sein. Für eine Änderung dieses Zustandes deuten sich zwei Wege an:

1. Im Rahmen eines Selektionsprogrammes muß versucht werden, Unterlagen ohne Unverträglichkeitserscheinungen zu finden; solche Züchtungsverfahren sind im Obstbau seit geraumer Zeit üblich. COPES (1970) ist der Meinung, daß sich diese Eigen-

schaften bei der Douglasie in einem relativ frühen Stadium nach der Pfropfung durch anatomische Untersuchungen nachweisen lassen. Pflanzen ohne Inkompatibilitätserscheinungen müssen auf autovegetativem Wege vermehrt und als Unterlagen benutzt werden. Möglicherweise sind auch solche Unverträglichkeiten durch ein völlig neues Pfropfverfahren zu überwinden, wie es z.B. der Baumschulbesitzer Peter NICOLIN für die Veredlung von unverträglichen Birnensorten auf Quittenunterlagen entwickelt hat (KRÜSSMANN 1978). Falls solche Untersuchungen zu Erfolgen führen, können nach dem üblichen Züchtungsgang Hochzuchtsamenplantagen aus Pfropflingen aufgebaut werden.

2. An stehenden Bäumen werden - wenn auch mit sehr großem Aufwand - gelenkte Kreuzungen durchgeführt. Nach einer Nachkommenschaftsprüfung sind die geeigneten Plusbäume autovegetativ zu vermehren. Dies ist natürlich wegen des hohen Alters der Mutterbäume mit großen Schwierigkeiten verbunden. Eine Erleichterung kann vielleicht erreicht werden, wenn die Mutterbäume abgepfropft und, bevor Inkompatibilitätserscheinungen auftreten, Sekundärstecklinge geworben werden; diese lassen sich nämlich leichter zur Bewurzelung bringen. Anschließend kann man mit Stecklingen Hochzuchtsamenplantagen anlegen.

6.33 Vergleich von verschiedenen Modellen

Bis jedoch Fortschritte bei der Entwicklung dieser Methoden erzielt werden und Ergebnisse von den sich anschließenden Züchtungsprogrammen vorliegen, dürfte ein langer Zeitraum vergehen. Um schon jetzt Maßnahmen für die Versorgung mit besonders hochwertigem Saatgut einzuleiten, muß versucht werden, Modelle zu entwickeln, welche - aufbauend auf den Versuchsergebnissen - mit relativ einfachen Mitteln zu verwirklichen sind. Wie aus dem Vergleich der Höhenentwicklung der beiden Versuche zu ersehen ist, liegen die Flächen-Mittelwerte der Einzelstammabsaaten in etwa auf dem Niveau der besten Provenienzen. Wegen der besseren Anpassung an die hiesigen Verhältnisse sollte für eine intensivere züchterische Bearbeitung zunächst Material aus besonders leistungsfähigen einheimischen Douglasienbeständen ausgewählt werden.

Die folgenden Überlegungen werden ausschließlich auf Selektionen nach der Höhenwuchsleistung beschränkt. Aus diesem Grund ist die Streuung dieser Variablen in verschiedenen Altersphasen zu betrachten. Um den normalen Ablauf eines Bestandeslebens unterstellen zu können, werden die Variationskoeffizienten der Höhen von 8-jährigen, besonders wüchsigen Herkünften (Olympic Peninsula) auf den Versuchsflächen mit dem Koeffizienten des 87-jährigen Altbestandes im Forstamt Manderscheid, Abt. 36 b (ertragskundliche Versuchsfläche der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Abt. A: mäßige Niederdurchforstung, Aufnahme 1969), verglichen. Es ist zu bemerken, daß die Varianz in der Höhe von etwa 33 % (1073 v = 34,5 %; 1077 v = 31,4 %) auf 5,4 % absinkt. Diese Homogenisierung wird auch von anderen Autoren beobachtet und kann folgendermaßen interpretiert werden: In der für eine Pionierbaumart wichtigen ersten Adaptationsphase sind starke genetisch bedingte Höhenunterschiede (verursacht durch additive genetische Varianz) vorhanden; sobald die ökologische Dominanz und nach der geschlechtlichen Reife die Reproduktionsphase erreicht sind, lassen die Unterschiede innerhalb einer Population nach (DIXON 1970, NAMKOONG et al. 1972). Wird nun eine gleiche Heritabilität unterstellt, so ist nach dem benutzten Schätzverfahren durch Selektionsmaßnahmen (Plusbaumauswahl) in höherem Alter nur ein geringer genetischer Gewinn zu erwarten (Abb. 29).

Bei der Prüfung und Beurteilung verschiedener Modelle kann natürlich nur von den vorhandenen Daten ausgegangen werden. Daß mit zunehmendem Alter andere zahlenmäßige Ergebnisse anfallen, ist zu erwarten. Es geht jedoch bei der Beurteilung der Modelle weniger um absolute Werte über den Umfang des genetischen Gewinns, sondern es soll versucht werden, eine Vorstellung von der Effizienz verschiedener Selektionsmethoden und die Relation des Züchtungsfortschrittes bei mehreren Varianten am Beispiel der Höhenwuchsleistung zu erhalten. Um die Arten der Selektion bei den vorhandenen Einzelstammabsaaten vergleichen zu können, ist bei drei Flächen (Hilders, Sinntal und Frankenberg) jeweils die Streuung der Höhen aller Einzelbäume berechnet und mit Hilfe der bereits geschätzten Heritabilität (h^2 = 0,35) der genetische Gewinn einer Individual-

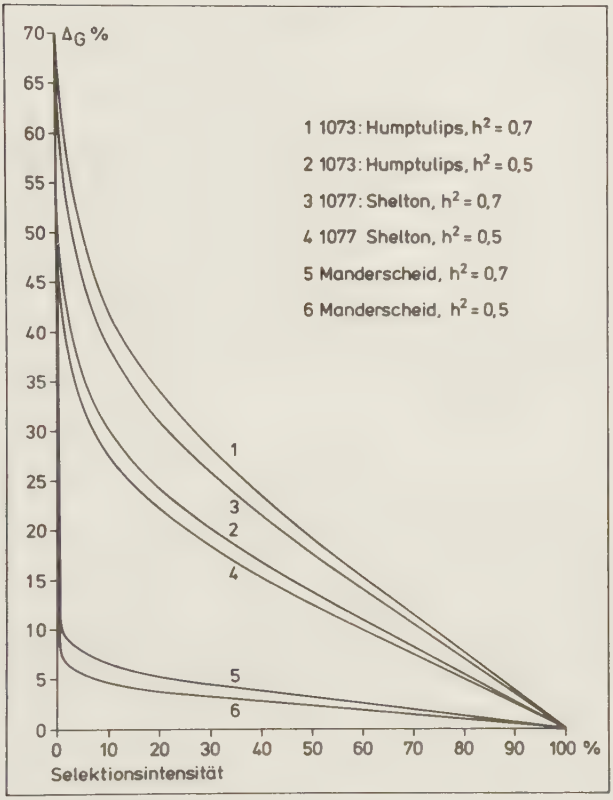

Abb. 29: Entwicklung des genetischen Gewinns bei Individualselektion in 8-jährigen Kulturen und in einem 87-jährigen Altbestand

selektion (Δ_{G_I}) für verschiedene Selektionsintensitäten ermittelt worden (Abb. 30). Durch Korrekturfaktoren wurden die entsprechenden Werte auch für Familienselektion (Δ_{G_F}) und für eine kombinierte Familien- und Individualselektion ($\Delta_{G_{FI}}$) abgeleitet ($\frac{\Delta_{G_F}}{\Delta_{G_I}} = 0{,}808$; $\frac{\Delta_{G_{FI}}}{\Delta_{G_I}} = 1{,}118$). Hierbei zeigt sich, daß die Werte der Familienselektion sehr gut mit den in Tabelle 18 angeführten Zahlen, welche auf eine etwas andere Weise ermittelt worden sind, übereinstimmen. Daneben ist in Abbildung 30 die Entwicklung von Δ_{G_I} und $1/2\ \Delta_{G_I}$ des Altbestandes von Manderscheid (unterstellte

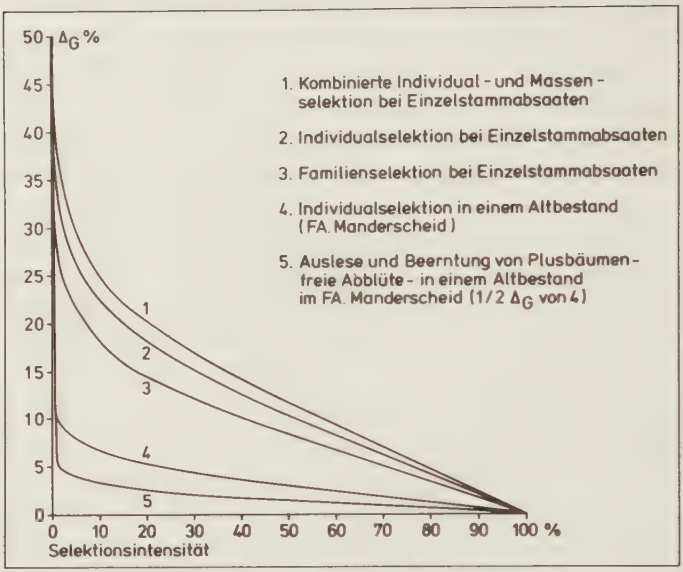

Abb. 30: Entwicklung des genetischen Gewinns von unterschiedlichen Selektionsmethoden bei Einzelstammabsaaten (8-jährig) und einem Altbestand (87-jährig)

Heritabilität $h^2 = 0,7$) bei unterschiedlicher Selektionsintensität dargestellt.

Bei der Entwicklung der Modelle ist vorauszusetzen, daß Erntebestände oder Samenplantagen großflächig auf geeigneten Standorten begründet werden, die nach bisheriger Auffassung nicht unbedingt als Douglasienstandorte anzusehen sind (eben oder nur schwach geneigt, gute Wasser- und Nährstoffversorgung, ohne größere Frostgefährdung). Im Gegensatz zu den vielen kleinen, verstreut liegenden Altbeständen wird hier durch gleichmäßigere Blüte und durch ein günstigeres Pollenangebot eine bessere Befruchtung erzielt. Daneben ist es auf solchen Flächen möglich, Faktoren, welche den Saatgutertrag (z.B. Megastigmus-Befall) mindern, gezielt zu begrenzen.

Bei einem Vergleich von verschiedenen züchterischen Möglichkeiten

wird ganz bewußt auch eine Plusbaumsamenplantage herangezogen. Folgende Modelle sollen an Hand der Ergebnisse der Höhenaufnahmen untersucht werden:

Modell 1: Plusbaumsamenplantagen.
Auswahl von phänotypisch geeigneten Plusbäumen in wüchsigen Altbeständen und Begründung von Pfropflingssamenplantagen (ohne Nachkommenschaftsprüfung) mit ausreichenden Reserven, durch welche Ausfälle ausgeglichen werden können.

Modell 2: Anlage von speziellen Erntebeständen.
Beerntung von phänotypisch guten Beständen; Kulturbegründung auf für Samenplantagen geeigneten Flächen; Selektion bis zum Beginn der Blüte.

Modell 3: Sämlingssamenplantagen.
Auswahl und Beerntung von Plusbäumen; Nachkommenschaftstests (in Form von Einzelstammabsaatenversuchen) auf für Samenplantagen geeigneten Standorten; bis zum Einsetzen der Blüte Selektion der besten Individuen der besten Halbgeschwisterfamilien.

Modell 4: Stecklingssamenplantagen.
Auswahl und Beerntung von Plusbäumen; Nachkommenschaftstests (in Form von Einzelstammabsaatenversuchen) auf verschiedenen Standorten; Selektion der besten Individuen der besten Halbgeschwisterfamilien (Alter: etwa 10 Jahre); autovegetative Vermehrung und Anlage einer Stecklingssamenplantage.

Modell 5: Kombinierte Sämlings- und Stecklingssamenplantage.
Auswahl und Beerntung von Plusbäumen; Nachkommenschaftstests (in Form von Einzelstammabsaatenversuchen) auf verschiedenen Standorten (von denen einer für die Anlage einer Samenplantage geeignet sein muß); Selektion der besten Individuen in den besten Familien und vegetative Vermehrung der Pflanzen von den Flächen, die nicht für die Plantage vorgesehen sind; auf der Plantagenfläche: Entnahme ungeeigneter Individuen bzw. Familien und Ergänzung der Lücken mit Stecklingsgroßpflanzen (Klone von den übrigen Flächen).

Um die Effizienz der einzelnen Modelle abschätzen zu können, müssen für die Vorschläge 2, 3 und 5 einzelne Größen vorgegeben werden:

1. Kulturbegründung: 3000 Pflanzen je ha
2. Ausfälle: 20 % der Pflanzen
3. Anteil an Bäumen, die wegen schlechter Formen oder anderer Schäden nicht für Selektionen geeignet sind: 40 % der Pflanzen

Es verbleiben also für die eigentliche Selektion 1460 Pflanzen je ha. Bei Modell 4 kann von 8 für Selektionen geeigneten Versuchsflächen ausgegangen werden, auf denen jeweils etwas mehr als 3000 Pflanzen stocken; nach Abzug von Ausfällen und der ungeeigneten Pflanzen stehen als Ausgangsmaterial auf allen Flächen mindestens 11 500 Pflanzen zur Verfügung.

Die Schätzungen über den Umfang des genetischen Gewinns für die einzelnen Modelle liegen auf recht unterschiedlichem Niveau (Tab. 30). Die Werte sind natürlich abhängig von der Selektionsintensität und dem Umfang des Ausgangsmaterials. Werden z.B. durch engere Verbände die Größen verändert, so kann eine höhere Selektionsintensität gewählt werden. Neben dem geschätzten genetischen Gewinn müssen jedoch auch weitere Faktoren bei der Beurteilung berücksichtigt werden:

	V o r t e i l e	N a c h t e i l e
Modell 1:	Erhaltung guter Einzelbäume;	Inkompatibilitätsprobleme, gleichmäßige Verteilung der einzelnen Klone auf der Plantage nicht gewährleistet;
Modell 2:	einfache Anlage, geringe Kosten; Dispositionsfreiheit über den Bestand bis zur Blüte;	Selektion auf die Fläche beschränkt, daher schmales Ausgangsmaterial;
Modell 3:	einfache Anlage, einfache Behandlung, freie Disposition bis zur Blüte;	etwas aufwendigere Ernte des Ausgangsmaterials; Selektion auf die jeweilige Fläche beschränkt;
Modell 4:	breites Ausgangsmaterial für die Selektion;	aufwendiges Verfahren; Zeitverlust (ca. 10 Jahre); Schwierigkeiten bei autovegetativer Vermehrung von älterem Material;
Modell 5:	geringere Kosten als bei Modell 4; kein Zeitverlust, geringeres Risiko bei der Anlage; größere Dispositionsfreiheit, breites Ausgangsmaterial für die Selektion;	aufwendiges Verfahren.

Tabelle 30: Schätzungen über den Umfang des genetischen Gewinnes in der Höhe für verschiedene Züchtungsmodelle

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5
Ausgangsmaterial	240 Altbäume je ha	1460 Pflanzen je ha	1460 Pflanzen je ha	11520 Pflanzen	1460 Pflanzen je ha 10000 Pflanzen von anderen Flächen
angestrebte Pflanzenzahl nach der Selektion	12 Plusbäume je ha	365 je ha	365 je ha	345 Klone	146 je ha
Selektionsintensität	5 %	25 %	25 %	3 %	10 %
Ergänzung	-	-	-	-	250 Steckl.
genetischer Gewinn (Höhe):					
Selektionsgewinn	7,5 %	16 %	18 %	32 %	25 %
Auswahl der Plusbäume für Einzelstammabsaaten ($1/2\Delta_G$)	-	-	3 %	3 %	3 %
Zuschlag für die Verwendung von Stecklingen	-	-	-	-	2 %
Gesamtgewinn für die Höhenwuchsleistung	7,5 %	16 %	21 %	35 %	30 %

Auch hier muß betont werden, daß bei der Verwirklichung eines dieser Modelle ein optimaler züchterischer Fortschritt nicht zu erzielen ist. Solange der Weg zu Hochzuchtsamenplantagen versperrt ist, sollte jedoch nicht darauf verzichtet werden, Saatgut zu produzieren, das in seinem genetischen Wert deutlich über dem Material liegt, welches durch Bestandesabsaaten gewonnen werden kann. Im Rahmen eines Programmes für die Beschaffung von höherwertigem Saatgut dürfte sich empfehlen, das Modell 5 zu verwirklichen; es scheint die meisten Vorteile zu vereinen und die größte Sicherheit für einen Erfolg zu bieten, auch wenn auf den maximalen genetischen Gewinn verzichtet wird. Die vorhandenen Einzelstammabsaatenversuche können jedoch nicht ohne weiteres nach diesem Vorschlag gestaltet werden, da sich keine der Flächen in eine Samenplantage umwandeln läßt. Aus diesem Grund sollten entsprechend Modell 4 mit dem vorhandenen Material Stecklingssamenplantagen begründet werden. Trotzdem können die Versuche für die Saatguternte genutzt werden, wenn bis zur Blüte ungeeignete Familien bzw. Individuen entnommen worden sind.

7. Zusammenfassung

1. Vor fast genau 150 Jahren sind die ersten Douglasien in Mitteleuropa angebaut worden. Seit dieser Zeit hat der Anteil an der Bestockung langsam aber kontinuierlich zugenommen, so daß die Einbürgerung dieser Art zur Bereicherung des in der Eiszeit verarmten Baumartenspektrums beigetragen hat. Aus ökonomischen Gründen ist in den letzten Jahren eine erhebliche Ausweitung des Anbaus zu beobachten.

2. Um jedoch Risiken zu vermindern, welche durch den Import von Herkünften mit unbefriedigenden Wuchs- und Resistenzeigenschaften entstehen können, muß versucht werden, die Forstbetriebe mit Saat- und Pflanzgut zu versorgen, welches den standörtlichen Verhältnissen angepaßt ist. Dies kann erreicht werden durch folgende Schritte:

a) Erkundung des Variationsmusters der Baumart zur Abgrenzung von geeigneten Erntegebieten in Nordamerika,
b) Überprüfung von einheimischen Beständen auf ihre Erbeigenschaften durch Nachkommenschaftstests,
c) Entwicklung von Methoden für die züchterische Bearbeitung.

3. Zur Klärung eines Teils dieser Fragen sind in Hessen Douglasienprovenienz- und Einzelstammabsaatenversuche begründet worden. In den Jahren 1970 und 1971 wurden 131 Herkünfte (IUFRO-Ernten: 1966/67 und 1968) ausgesät, die aus den westlichen und nördlichen Teilen des Verbreitungsgebietes (vor allem aus dem westlichen Washington, Vancouver Island sowie dem Shuswap Lake-Gebiet in British Columbia) stammen. Außerdem konnten 91 Absaaten von Einzelbäumen (Ernte 1968), welche in 6 Beständen in der Eifel ausgewählt worden waren, für Nachkommenschaftstests benutzt werden. Auf 13 verschiedenen Standorten in Hessen wurden 1973 (1974) 12 Provenienz- und 9 Einzelstammabsaatenversuche ausgepflanzt.

4. Das Versuchsmaterial ist im Saatbeet, im Verschulbeet und auf den Versuchsflächen (Vollaufnahmen im Herbst 1975 und 1976) bis zum Alter von 8 Jahren beobachtet worden. Zahlreiche quantitative und qualitative Merkmale wurden erhoben: Höhe, Höhenzuwachs, Form-

eigenschaften, Nadelfarbe, Johannistriebbildung, Austrieb, Vegetationsabschluß, verschiedene Arten von Frostschäden, Befall durch Krankheiten und Ausfälle.

5. Aufgrund der verschiedenen Aufnahmen ergeben sich gute Beurteilungsmaßstäbe für die Provenienzen. Insbesondere sind enge Korrelationen zwischen verschiedenen Variablen, aber auch bei der Höhe zwischen verschiedenen Altersphasen zu finden. So läßt sich bereits bei zweijährigen Pflanzen (1+1) die Wuchsleistung einer Herkunft im Alter von 8 Jahren mit relativ großer Bestimmtheit (bis zu 49 %) voraussagen. Es zeigt sich, daß die klinalen Einflüsse in manchen Fällen weniger durch eine kontinuierliche Entwicklung entlang von geographischen Gradienten bestimmt werden als durch die Unterschiede zwischen den Formen aus dem Küstenbereich und dem Interior.

6. Zwischen den einzelnen Provenienzen ist eine starke Differenzierung eingetreten; die Höhen streuen selbst auf sehr homogenen Flächen ganz erheblich (Frankenberg 1977: 0,63 m - 1,53 m). Herkünfte aus dem Interior und von den südlichen Teilen des Küstenbereiches weisen in der Regel ungünstige Wuchsleistungen auf, die Provenienzen von den nordwestlichen Gebieten in Washington liegen deutlich über dem Durchschnitt. Aufgrund der günstigen Werte für die Heritabilität im weiteren Sinne (h^2 = 0,92) ist durch die Auswahl der wüchsigsten Provenienzen (20 %) dieses Versuches bei der Variablen Höhe (bis zum Alter von 8 Jahren) ein genetischer Gewinn von etwa 40 % zu erzielen.

7. Von Früh- und Winterfrostschäden sind fast ausschließlich Herkünfte aus dem Küstenbereich betroffen worden; die südlicheren Küstenherkünfte (Kalifornien, Oregon) waren stärker beeinträchtigt als die aus dem nördlichen Washington. Selbst nach dem extremen Winter 1978/79 fand man nur Nadelverfärbungen bzw. -verluste; Knospen- und Triebschäden waren bisher nicht zu erkennen. Die Interior-Herkünfte standen hingegen eher unter dem Einfluß von Spätfrösten.

8. Insgesamt gesehen waren die Frostschäden auf den Versuchsflächen in den meisten Fällen nicht sonderlich gravierend. Durch Auswahl geeigneter Standorte, durch waldbauliche Mittel und durch Anbau von relativ unempfindlichen Provenienzen lassen sich im Mittelgebirge extreme Schäden vermeiden. Allerdings muß betont werden, daß bei keiner Herkunft eine absolute Sicherheit vor Schäden durch verschiedene Arten von Frost zu finden ist.

9. Die Ergebnisse der Provenienzversuche stimmen sehr gut mit den Erkenntnissen überein, welche aus älteren Versuchen und aus der waldbaulichen Praxis gewonnen werden konnten; es ist also anzunehmen, daß sich die Versuche in Hessen in ähnlicher Weise entwickeln werden. Außerdem entsprechen die Ergebnisse weitgehend den Aufnahmen von anderen Institutionen, welche sich ebenfalls an diesem internationalen Versuch beteiligt haben.

10. Für Douglasienstandorte in Hessen und vergleichbaren Bereichen (mit frischem bis mäßig trockenem Bodenwasserhaushalt) kann Saatgut aus autochthonen Beständen in folgenden Gebieten empfohlen werden:

a) Bereich zwischen Küste und Kaskaden (einschließlich der westlichen Teile) im nördlichen Washington und im südwestlichen British Columbia zwischen dem Fraser River und etwa 47° nördlicher Breite (bis ungefähr 700 m Höhenlage),
b) Olympic Peninsula (vor allem die südlichen und süd-westlichen Teile) bis etwa 700 m Höhenlage,
c) Ostseite von Vancouver Island sowie die Inseln zwischen dieser Küste und dem Festland (mit einzelnen Halbinseln) bis etwa 600 m Höhenlage.

Falls Herkünfte aus dem letzten Gebiet ausgewählt werden, ist bei der Standortsauswahl die etwas größere Anfälligkeit gegenüber Frosteinwirkungen zu berücksichtigen.

11. Bei Einzelstammabsaaten dieses Versuches findet man kaum Unterschiede zwischen den einzelnen Prüfgliedern bzw. den Ausgangsbeständen. In ihrer Leistung, dem phänologischen Verhalten, der Frostresistenz und anderen Eigenschaften gleichen sie in etwa den Provenienzen von den niedrigeren Lagen im nördlichen Washington. Die Wuchsleistung liegt im Durchschnitt auf dem Niveau der besten Herkünfte.

12. Aufgrund des abweichenden Alters der Ausgangsbestände kann unterstellt werden, daß diese in der Regel unterschiedlichen Provenienzen zuzurechnen sind. Trotzdem ist jedoch zu beobachten, daß kaum Unterschiede zwischen den einzelnen Prüfgliedern auftreten. Im Laufe des Bestandeslebens müssen also deutliche Anpassungsprozesse in Richtung einer "Landrasse" erfolgt sein. Wegen dieser Entwicklung und der guten Leistung kann gefolgert werden, daß Saatgut von sorgfältig geprüften einheimischen Beständen den Importen aus Nordamerika vorzuziehen ist.

13. In solchen Beständen sollte auch zunächst das Ausgangsmaterial für eine intensivere züchterische Bearbeitung der Baumart erworben werden.

14. Solange die Schwierigkeiten bei der Pfropfung (Inkompatibilität) nicht beseitigt werden, sind Züchtungsprogramme, welche auf gelenkter Kreuzung, Nachkommenschaftsprüfung und Aufbau von Hochzuchtsamenplantagen basieren, mit erheblichen Problemen verbunden. Es wird daher vorgeschlagen, diese Hindernisse durch Züchtung verträglicher Unterlagen bzw. neue Pfropfmethoden zu überwinden oder durch Begründung von Stecklingssamenplantagen zu umgehen.

15. Mit Hilfe von relativ einfachen Selektionsverfahren kann jedoch auch unabhängig von einem aufwendigen Züchtungsprogramm geeignetes Material für Sämlings- oder Stecklingssamenplantagen bzw. Erntebestände erzeugt werden. Auf diese Weise ist in der Jugendphase bei der Höhenwuchsleistung ein genetischer Gewinn von etwa 30 % zu erzielen.

8. Literaturverzeichnis

ALLEN, G.S., 1960 a: A method of distinguishing Coastal from Interior Douglas fir seed. British Columbia Lumberman 26, 388-403

ALLEN, G.S., 1960 b: Factors affecting the variability and germination of conifer seed. IV. Stratification period and incubation temperature of Pseudotsuga menziesii. For. Chron. 36, 18-29

ALLEN, G.S.; OWENS, J.N., 1972: The Life History of Douglas-Fir. Canadian Forestry Service, Department of the Environment, Ottawa

BARNER, H., 1973: Procurement of Douglas Fir seed for Provenance research. IUFRO Working Party on Douglas-Fir Provenances, Göttingen, 82-89

BARTELS, H., 1911: Forstlicher Anbau der Douglasfichte aus deutschen Samen in Norddeutschland. Mitt. DDG 20, 396

BECKING, R.W., 1956: Die natürlichen Douglasien-Waldgesellschaften Washingtons und Oregons. Allg. Forst- u. J.Ztg. 127, 42-56

BEISSNER, L., 1897: Neues und Interessantes über Coniferen. Mitt. DDG 6, 291-305

BERG, F., 1912: Einige Erfahrungen aus der Baumzucht. Mitt. DDG 21, 55-67

BERNEY, J.L., 1972: Studies on the probable origin of some European Douglas fir (Pseudotsuga menz. (Mirb.) Franco) plantations. M.F.-thesis. Univ. of B.C.

BHELLA, H.S., 1973: Root initiation and elongation in Douglas-Fir, Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco, stem cuttings as related to bud and cambial activity. Dissertation Abstr. Intern., B (1973) 34 (5) 1815

BHELLA, H.S.; ROBERTS, A.N., 1975: Bud and Cambial Activity in Douglas-Fir as Related to Stem Cutting Rootability. For. Sci. 21, 269-275

BIALOBOK, St.; MEJNARTOWICZ, L., 1970: Provenance Differentiation among Douglas Fir Seedlings. Arboretum Kornickie XV, 197-220

BIROT, Y., 1972: Variabilité intraspécifique du poids de la graine chez le Douglas (Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco). Silvae Genetica 21, 230-243

BOISELLE, R., 1953: Die Snoqualmie-Douglasie, die Douglasie der Zukunft. Allg. Forst- u. J.Ztg. 125, 61-69

BOOTH, J., 1880: Feststellung der Anbauwürdigkeit ausländischer Waldbäume. Julius Springer Verl., Berlin

BOOTH, J., 1882: Die Naturalisation ausländischer Waldbäume in Deutschland. Julius Springer Verl., Berlin

BOOTH, J., 1877: Die Douglas-Fichte und einige andere Nadelhölzer, namentlich aus dem nordwestlichen Amerika in Bezug auf ihren forstlichen Anbau in Deutschland. Julius Springer Verl., Berlin

BOOTH, J., 1903: Die Einführung ausländischer Holzarten in die preußischen Staatsforsten unter Bismarck und anderes. Julius Springer Verl., Berlin

BOOTH, J., 1904: "Grüne" oder "blaue" Douglasfichte? Mitt. DDG 13, 41-42

BOOTH, J., 1907: Die Douglasfichte seit ihrer Einführung nach Europa (1828-1906). Allg. Forst- u. J.Ztg. 83, 5-10, 45-50, 87-93, 113-118

BUCH, J., 1927: Douglasfichten im Saatbeet. Mitt. DDG 38, 229-230

CAMPBELL, R.K.; SORENSEN, F.C., 1973: Cold-acclimation in seedling Douglas-fir related to phenology and provenance. Ecology 54, 1148-1151

CAMPBELL, R.K.; SUGANO, A.J., 1975: Phenology of bud burst in Douglas fir related to provenance, photoperiod, chilling and flushing temperature. Bot. Gaz. 136, 290-298

CAMPBELL, R.K.; SORENSEN, F.C., 1977: Effect of Test Environment on Expression of Clines and on Delimitation of Seed Zones in Douglas-Fir. Theoret. Appl. Genetics 51, 233-246

CHING, K.K.; BEVER, D., 1960: Provenance Study of Douglas-Fir in the Pacific Northwest Region. I. Nursery Performance. Silvae Genetica 9, 11-17

CHYLARECKI, H., 1976: Badania nad daglezja W Polsce wróznych warunkach ekologicznych. Arboretum Kórnickie, Bd. XXI, 15-123

CIESLAR, A., 1907: Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. Cbl. ges. Forstwesen 33, 1-19

CIESLAR, A., 1920: Die grüne Douglastanne (Pseudotsuga Douglasii Carr.). Cbl. ges. Forstwesen 46, 3-26

COPES, D.L., 1970: Initiation and Development of Graft Incompatibility Symptomes in Douglas-Fir. Silvae Genetica 19, 101-107

DANCKELMANN, B., 1884: Anbauversuche mit ausländischen Holzarten in den preußischen Staatsforsten. Z. f. Forst- u. Jagdwesen 16, 289-315, 346-371

DANCKELMANN, B., 1894: Der Kältewinter 1892/93 in seiner Wirkung auf ausländische und einheimische Holzarten in Preußen. Z. f. Forst- u. Jagdwesen 26, 486-487

DERTINGER, H., 1964: Über das Wachstum der grünen Douglasie im Muschelkalkgebiet des hinteren Baulandes (Reg.Bez. Nordbaden). Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde u. ForstpflZüchtg 14, 3-18

DIETZE, W.; RACZ, J., 1973: Höhenwachstum und phänologische Beobachtungen des internationalen Fichten-Provenienzversuches 1962 im Baumschulstadium. IUFRO Meeting, Working Party Norway Spruce Provenances, 14.-20.8.1973, Biri, Norway

DITTMAR, O., 1954: Die bisherige Entwicklung der Douglasien-Provenienzversuche in den Lehrrevieren der Forstwirtschaftlichen Fakultät Eberswalde. Teil II: Die Entwicklung des Douglasienprovenienzversuches aus dem Jahre 1930 in Freienwalde, Abt. 171. Arch. Forstwesen 3, 399-431

DITTMAR, O.; KNAPP, E., 1967: 30 Jahre Douglasien-Provenienzversuch Freienwalde 171. Arch. Forstwesen 16, 847-852

DIXON, J.R., 1970: Studies on variation in the green Douglas Fir. Scot. For. 24, 22-30

DIXON, W.J., 1977: BMD Biomedical Computer Programs. University of California Press, Berkeley - Los Angeles - London

DONG, P.H., 1970: Wuchsleistung und biologisch-waldbauliches Verhalten der Douglasie in Kulturversuchen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Diss., Göttingen

DUFFIELD, J.W.; WHEAT, J.G., 1964: Graft failures in Douglas-Fir. J. For. 62, 185-186

ENGLER, A., 1905: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. Mitt. d. Schweiz. Centralanstalt f.d. Forstl. Versuchswesen 8, 81-236

ERTELD, W., 1948: Bisherige Ergebnisse eines Douglasien-Provenienzversuches im Forstamt Freienwalde, Abt. 171. Forstw. Holzw. 2, 135-138

EVERS, F.H., 1963: Neue Erkenntnisse zur Chlorosebekämpfung durch Düngemaßnahmen. Allg. Forstz. 18, 499-500

FAO, 1977: Report of the Forth Session of the FAO panel of experts on forest gene resource. Canberra 9.-11.3.77

FLÖHR, W., 1954: Die bisherige Entwicklung der Douglasien-Provenienzversuche im Lehrrevier der Forstwirtschaftlichen Fakultät Eberswalde. Teil I.: Die Entwicklung des Douglasien-Provenienzversuches aus dem Jahre 1910 in Chorin, Abt. 902. Arch. Forstwesen 3, 385-399

FRÖHLICH, H.J., 1959 a: Stand und Möglichkeiten der Douglasienzüchtung. Allg. Forstz. 14, 160-163

FRÖHLICH, H.J., 1959 b: Grundlagen und Voraussetzungen der autovegetativen Vermehrung. Silvae Genetica 8, 49-68

FROTHINGHAM, E.H., 1909: Die Douglasfichte, ihre Küstenform und Gebirgsform. Mitt. DDG 18, 69-94

FÜRSTENBERG, M., 1904: Dendrologische Studien im westlichen Canada (British Columbia). Mitt. DDG 13, 25-40

FÜRSTENBERG, M.v., 1921: Nordwestamerikanische Nadelhölzer in ihrer Heimat. Mitt. DDG 31, 227-233

FÜRSTENBERG, M.v., 1923: Die Einführung einer winterharten Form der Douglastanne in Deutschland. Mitt. DDG 33, 79-90

GÄUMANN, E., 1930: Über eine neue Krankheit der Douglasie. Schweiz. Z. f. Forstwesen 81, 63

GALOUX, A., 1952: Le Sapin de Douglas aux États-Unis, son Introduction en Europe et specialement en Belgique. Bull. de la Societé Royale Forestière de Belgique

GAYER, K., 1889: Der Waldbau. 3. Aufl., Verl. Paul Parey, Berlin

GEHRHARDT, E., 1926: Über die Bestandeswachstumsverhältnisse der grünen Douglasie. Allg. Forst- u. J.Ztg. 102, 6-15

GRIFFITH, B.G., 1940: Effect of Indolebutyric-Acid, Indoleacetic-Acid and Alpha Naphtalen-Acitic-Acid on Rooting of Cuttings of Douglas-Fir and Sitka Spruce. J.For. 38, 496-501

GRUNDNER, F., 1921: Die Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in den braunschweigischen Staatsforsten. Mitt. DDG 31, 19-68

HADDOCK, P.G.; SZIKLAI, O., 1966: Seed collection zones for Douglas fir in Canada. Proc. 6. World Forestry Congr., Madrid, 1467-1473

HADDOCK, P.G.; WALTERS, J.; KOZAK, A., 1967: Growth of coastal and interior provenances of Douglas fir (Pseudotsuga meziesii) at Vancouver and Haney in British Columbia. Univ. of B.C., Faculty of Forest Res. Pap. 79

HATTEMER, H.H.; KÖNIG, A., 1975: Geographic Variation of early growth and frost resistance in Douglas-fir. Silvae Genetica 24, 97-106

HEAMAN, C.J., 1967: A Review of the Plus Tree Selection Programme for Douglas fir in Coastal British Columbia. British Columbia Forest Service, Research Notes No. 44

HEAMAN, J.C.; OWENS, J.N., 1972: Callus formation and root initiation in stem cuttings of Douglas Fir (Pseudotsuga menziesii). Can. Journ. of For. Res. 2, 121-134

HENNE, A., 1970: Douglasienanbau in Hessen. Allg. Forstz. 39, 808-810

HERMANN, R.K.; LAVENDER, D.P., 1968: Early Growth of Douglas-Fir from various Altitudes and Aspects in Southern Oregon. Silvae Genetica 17, 143-151

HERMANN, R.K., 1969: Forstliche Saatgutanerkennung im Nordwesten der USA. Allg. Forstz. 24, 304-306

HERMANN, R.K.; CHING, K.K., 1973: Paleohistory of the genus Pseudotsuga. IUFRO Working Party on Douglas-Fir Provenances, Göttingen, 13-22

HERRMANN, S., 1973: Preliminary results from Douglas-Fir Provenance Tests in the Emsland. IUFRO Working Party on Douglas-Fir Provenances, Göttingen, 37-50

HESMER, H., 1952: Anzucht und Anbau der Douglasie. Forstarchiv 23, 1-13

HESS. FORSTEINRICHTUNGSANSTALT, 1963: Leitfaden zur Standortserkundung im hessischen Staatswald LS 63

HESS. LANDESFORSTVERWALTUNG, 1972: Jahresbericht 1971. Wiesbaden

HESS. LANDESFORSTVERWALTUNG, 1977: Jahresbericht 1976. Wiesbaden

HOFFMANN, D., 1952: Die Rolle des Photoperiodismus in der Forstpflanzenzüchtung. Z. f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung 2, 45-47

HOLLAND, H., 1912: Die Entwicklung und der Stand der Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in den Staatswaldungen Württembergs. Mitt. DDG 21, 20-54

HOLLAND, H., 1919: Zur forstlichen Verwendung der Douglasfichte. Mitt. DDG 28, 91-100

HOLM, F., 1940: Douglas gran, proveniens og vaekst. Forstl. Forsøgsv. Danm. 15, 233-312

HOPKINS, H.G., 1968: Forest Tree Seed Certification in the Pacific Northwest. J. For. 66, 400-401

ILVESSALO, L., 1926: Über die Anbaumöglichkeiten ausländischer Holzarten. Mitt. DDG 36, 96-132

IRGENS-MØLLER, H., 1957: Ecotypic response to temperature and photoperiod in Douglas fir. For. Sci. 3, 79-83

IRGENS-MØLLER, H., 1958: Genotypic Variation in the Time of Cessation of Height Growth in Douglas Fir. For. Sci. 4, 325-330

IRGENS-MØLLER, H., 1967: Patterns of Height Growth Initiation and Cessation in Douglas-Fir. Silvae Genetica 16, 56-57

IRGENS-MØLLER, H., 1968: Geographic Variation in Growth Patterns of Douglas-Fir. Silvae Genetica 17, 106-110

JAHN, G., 1954: Standörtliche Grundlagen für den Anbau der grünen Douglasie unter besonderer Berücksichtigung des nordwestdeutschen Mittelgebirges. SchrReihe Forstl. Fak. Univ. Göttingen, Bd. 11

KANZOW, H., 1937: Die Douglasie. Aufstellung einer Ertragstafel auf Grund der Ergebnisse der preußischen Probeflächen und Auswertung von Provenienz-Versuchen. Z. f. Forst- u. Jagdwesen 69, 65-93, 113-139, 241-271

KLAEHN, F.U., 1953: Zur Geschichte des Ausländeranbaues. Holz-Zbl. 79, 1073

KLEINSCHMIT, J., 1972: Einfluß von Bodenheizung und Stecksubstrat auf die Bewurzelung von Fichten- und Douglasiensteckлingen. Forstarchiv 43, 250-255

KLEINSCHMIT, J.; MÜLLER, W.; SCHMIDT, J.; RACZ, J., 1973: Entwicklung der Stecklingsvermehrung von Fichte zur Praxisreife. Silvae Genetica 22, 4-15

KLEINSCHMIT, J.; RACZ, J.; WEISGERBER, H.; DIETZE, W.; DIETERICH, H.; DIMPFLMEIER, R., 1974: Ergebnisse aus dem internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der Bundesrepublik Deutschland. Silvae Genetica 23, 167-176

KÖSTLER, J.N., 1955: Waldbau. 2. Aufl., Verl. Paul Parey, Berlin-Hamburg

KRIEK, W., 1974: Douglas-fir IUFRO Provenances in the Netherlands 1966/67 series. Ned. Bosb. Tijdschr. 46, 1-14

KRIEK, W., 1975: Douglas-fir IUFRO Provenances in the Netherlands 1968-69 series. Ned. Bosb. Tijdschr. 47, 100-116

KRÜSSMANN, G., 1978: Die Baumschule. 4. Aufl., Verl. Paul Parey, Berlin-Hamburg

KRUTINA, C., 1927: Die Douglasfichte in der Schweiz. Mitt. DDG 38, 231-235

LARSEN, B., 1976: Frostresistenz der Douglasie. Diss., Göttingen

LARSEN, J.B., 1978: Untersuchungen über die winterliche Trockenresistenz von 10 Herkünften der Douglasie (Pseudotsuga menziesii). Forstw. Cbl. 97, 32-40

LERNER, J.M., 1958: The genetic basis of selection. John Wiley Verl., New York

LIBBY, W.J., 1964: Clonal Selection, and an Alternative Seed Orchard Scheme. Silvae Genetica 13, 32-40

LIESE, J., 1932 a: Zur Biologie der Douglasienschütte. Z. f. Forst- u. Jagdwesen 64, 680-693

LIESE, J., 1932 b: Die Douglasienschütte und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung. Mitt. DDG 44, 294-304

LIESE, J., 1936: Die Douglasienrassen und ihre Anfälligkeit gegenüber der Douglasiennadelschütte (Rhabdocline pseudotsugae). Mitt. DDG 48, 259-264

LIESE, J., 1938: Zur Frage des weiteren Anbaues der Douglasie in Deutschland unter Berücksichtigung der Adelopus-Nadelschütte. Mitt. DDG 51, 212

LOREY, T., 1890: Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in Staatswaldungen (Württemberg). Allg. Forst- u. J.Ztg. 66, 255-258

LÜDEMANN, G.H., 1960: Die Forstpflanzenanzucht in Kämpen und Forstbaumschulen Norddeutschlands. Diss., Göttingen

LUNDBERG, J., 1957: Proveniensforsøg med douglas gran. Forstl. Forsøgsv. Danm. 23, 345-370

MACIEJOWSKI, K., 1951: Egzoty naszych lasów. PWR i L, Warszawa, 23-69

MARCET, E., 1975: Bemerkungen und Beobachtungen über den Augusttrieb, mit besonderer Berücksichtigung der Douglasie. Schweiz. Z. f. Forstwesen 126, 214-237

MEJNARTOWICZ, L., 1973: Some results from the IUFRO Douglas-Fir provenance experiment in Kórnik nr. Poznán. IUFRO Working Party on Douglas-Fir Provenances, Göttingen 1973, 150-157

MEJNARTOWICZ, L., 1976: Genetic investigations on Douglas-fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) populations. Arboretum Kórnickie XXI, 125-187

MERKLE, R., 1951: Über die Douglasien-Vorkommen und die Ausbreitung der Adelopus-Nadelschütte in Württemberg-Hohenzollern. Allg. Forst- u. J.Ztg. 122, 161-192

MEYER, E.A., 1914: Die Nadelhölzer im Arboretum des Landwirtschaftlichen Instituts in Moskau. Mitt. DDG 23, 188-200

MEYER, H., 1954: Rhabdocline-Befall an Douglasien verschiedener Provenienz. Forst- u. Holzwirt 9, 180-182

MORRIS, W.G.; SILEN, R.R.; IRGENS-MØLLER, H., 1957: Consistency of Bud Bursting in Douglas fir. J. For. 55, 208-210

MÜNCH, E., 1923: Anbauversuche mit Douglasfichte verschiedener Herkunft und anderen Nadelholzarten. Mitt. DDG 33, 61-79

MUNGER, T.T.; MORRIS, W.G., 1936: Growth of Douglas fir trees of known seed source. US Dept. Agr. Techn. Bull. 537

MUNGER, T.T.; MORRIS, W.G., 1942: Further data on the growth of Douglas fir trees of known seed source. Pacific Northwest Forest Range Exp. Stat.

NAMKOONG, R.G.; USANIS, A.; SILEN, R.R., 1972: Age-Related Variation in Genetic Control of Height Growth in Douglas-Fir. Theoret. Appl. Genetics 42, 151-159

NANSON, A., 1967: Tables de la différentielle de selection dans la distribution normale (0,1). Biometrie-Proximetrie 8, 40-51

NANSON, A., 1968: La valeur des tests precoces dans la selection des arbres forestiers en particulier au point de vue de la croissance. Diss. Doctorat, Gembloux

NANSON, A., 1970: L'Héritabilité et le gain d'origine génétique dans quelques types d'expériences. Silvae Genetica 19, 113-121

NANSON, A., 1973: International Douglas-Fir provenance experiment in Belgium (Early results). IUFRO Working Party on Douglas-Fir Provenances, Göttingen, 158-168

NEGER, F.W., 1914: Stand der Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in den Staatswaldungen des Königreiches Sachsen. Naturw. Z. f. Land- u. Forstwirtschaft 12, 1-11

NEUGEBAUER, W., 1957: Unterschiedliche Frostschäden bei Douglasien-Sämlingen. Silvae Genetica 6, 153-154

NIE, N.H.; HULL, C.H.; JENKINS, J.G.; STEINBRENNER, K.; BENT, D.H., 1975: SPSS - Statistical Package for the Social Science. 2. Aufl., McGraw-Hill Book Company, New York

NÜSSLEIN, F., 1970: Der Anbau der Douglasie im Spessart. Mitt. d. Staatsforstverwaltung Bayerns, H. 38

O'DRISCOLL, J., 1973: IUFRO Douglas fir Provenance experiment in Ireland. 1. Nursery results. IUFRO Working Party on Douglas-Fir Provenances, Göttingen, 173-187

OESCHGER, H.J., 1966: Wachstum der grünen Douglasie auf extremen Standorten. Allg. Forstz. 21, 79-81

OPPERMANN, A., 1929: Racer of Douglasie og Sitkagran. Forstl. Forsøgsv. Danm. 10, 83-178

ORR-EWING, A.L., 1967: A progeny test of Douglas-fir to demonstrate the importance of selection in forest practice. B.C. Forest Service Research Note 43

ORR-EWING, A.L., 1969: A Clone Bank of Douglas-fir. B.C. Forest Service Research Note 45

OTTO, H.J., 1972: Zu den Standortsansprüchen der Douglasie. Forstarchiv 43, 62-65

PODHORSKY, J., 1927: Neues über die Douglasie in Europa. Allg. Forst- u. J.Ztg. 103, 254-258

PUCHERT, H., 1954: Die Ergebnisse der Anbauversuche mit fremdländischen Baumarten in Braunschweig. Diss., Hann.Münden

PUCHERT, H., 1967: Wertvolle Herkünfte forstlicher Baumarten in der Bundesrepublik Deutschland. Bayer. Landw.Verl., München

RACZ, J., 1972: Möglichkeiten und Voraussetzungen für die kontrollierte Beerntung von Douglasien in den USA. Forstarchiv 43, 5-12

RIEBELING, R., 1979: Standörtliche, ertragskundliche und betriebswirtschaftliche Überlegungen zum Anbau schnellwachsender Baumarten insbesondere zur Douglasie. Forst- u. Holzwirt, im Druck

ROBERTS, A.N.; FUCHIGAMI, L.H., 1973: Seasonal Changes in Auxin Effect on Rooting of Douglas-Fir Stem Cuttings as Related to Bud Activity. Physiol. Plant. 28, 215-221

ROBERTS, A.N.; TOMASOVIC, B.J.; FUCHIGAMI, L., 1974: Intensity of bud dormancy in Douglas-Fir and its relation to scale removal and rooting ability. Physiol. Plant. 31, 211-216

ROHDE, Th., 1932: Welche Douglasien sind in Deutschland durch Rhabdocline gefährdet? Forstarchiv 8, 389-392

ROHDE, Th., 1936: Schüttegefährdung verschiedener Douglasienherkünfte. Z. f. Forst- u. Jagdwesen 68, 610-616

ROHMEDER, E., 1956: Prof. Münchs Anbauversuche mit Douglasien verschiedener Herkunft und anderen Nadelbaumarten im Forstamt Kaiserslautern-Ost 1912-1954. Z. f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung 5, 142-156

ROHMEDER, E., 1972: Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Verl. Paul Parey, Berlin-Hamburg

ROSSMÄSSLER, W., 1951: Douglasienanbau. Allg. Forstz. 6, 21-23

ROWE, K.E.; CHING, K.K., 1973: Provenance Study of Douglas-Fir in the Pacific Northwest Region. II. Field Performance at Age Nine. Silvae Genetica 22, 115-119

RUDLOFF, E.v., 1972 a: Chemosystematic studies in the genus Pseudotsuga. I. Leaf oil analysis of the Rocky Mountain varieties of the Douglas-fir. Can. J. Bot. 50, 1025-1040

RUDLOFF, E.v., 1972 b: II. Variation in the terpen composition of the volatile oil of Douglas-fir. I.U.P.A.C. Intern. Symp. on Chemistry in Evolution and Systematics, Strasbourg, France

RUDLOFF, E.v., 1973: III. Population differences in British Columbia as determined by volatile leave oil analysis. Can. J. For. Res. 3, 443-452

SACHS, L., 1972: Statistische Auswertungsmethoden. 3. Aufl., Springer Verl., Berlin, Heidelberg, New York

SCHEIFELE, M., 1978: Vorausschau auf die Zukunft des Waldes in Baden-Württemberg, Forst- u. Holzwirt 33, 205-210

SCHENCK, C.A., 1924: Die Douglasfichte in British Columbia. Mitt. DDG 34, 66-75

SCHENCK, C.A., 1939: Fremdländische Wald- und Parkbäume. Bd. II. Die Nadelbäume. Paul Parey Verl., Berlin

SCHMIDT, W., 1957: Die Sicherung von Frühdiagnosen bei langlebigen Gewächsen. Der Züchter, 4. Sonderheft, 39-69

SCHMIDT, W., 1960: Eignungstests mitteleuropäischer Fichtenherkünfte für Schweden. Forstpflz. - Forstsamen 1, 17-22

SCHOBER, R., 1954: Douglasien-Provenienzversuche I. Allg. Forst- u. J.Ztg. 125, 160-179

SCHOBER, R.; MEYER, H., 1955: Douglasien-Provenienzversuche II. Allg. Forst- u. J.Ztg. 126, 221-243

SCHWAPPACH, A., 1891: Die Ergebnisse der in den Jahren 1881-1890 in den preußischen Staatsforsten ausgeführten Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten. Z. f. Forst- u. Jagdwesen 23, 18-34

SCHWAPPACH, A., 1911: Die weitere Entwicklung der Versuche mit fremdländischen Holzarten in Preußen. Mitt. DDG 20, 3-37

SCHWAPPACH, A., 1914: Einfluß der Herkunft des Samens von Pseudotsuga Douglasie auf das Wachstum der Pflanzen. Mitt. DDG 23, 35-36

SCHWERIN, F., 1912: Bericht über die Douglasiensaaten 1910 und 1912 in den königlich preußischen Forsten. Mitt. DDG 21, 260-264

SCHWERIN, F., 1922: Die Douglasfichte. Mitt. DDG 32, 53-67

SCHWERIN, F., 1923: Welche Form der Douglasfichte sollen wir anpflanzen? Mitt. DDG 33, 90-97

SIEBERT, H.; JUNGBLUTH, H.; HUSS, J., 1978: Anwuchsergebnisse und Wuchsleistung von Douglasien-Container- und wurzelnackten Verschulpflanzen in einem hessisch-bayerischen Freiflächenversuch. Forst- u. Holzwirt 33, 124-128

SILEN, R.R., 1962 a: A Study of Genetic Control of Bud Bursting in Douglas-Fir. J. For. 60, 472-475

SILEN, R.R., 1962 b: Pollendispersal Consideration for Douglas fir. J. For. 60, 790-795

SILEN, R.R., 1963: Effect of Altitude on Factors of Pollen Contamination of Douglas-Fir Seed-Orchard. J. For. 61, 281-283

SILEN, R.R., 1964: Regeneration Aspects of the 50-Year-old Douglas-Fir Heredity Study. Forest Service Pro. 1964, Annual Meeting of Western Reforest. Coordinating Committee, 35-39

SILEN, R.R., 1965: A 50-year Racial Study of Douglas-Fir in Western Oregon and Washington. For. Serv., Western For. Gen. Ass. Proc., 6-7

SILEN, R.R.; COPES, D.L., 1972: Douglas-fir seed orchard problems - a progress report. J. For. 70, 145-147

SOEST, J.v., 1959: Erfahrungen mit der Douglasie in der niederländischen Forstwirtschaft. Allg. Forstz. 14, 155-157

SORENSEN, F., 1971: Estimate of Self-Fertility in Coastal Douglas-Fir from Inbreeding Studies. Silvae Genetica 20, 115-120

SORENSEN, F.C., 1973: Frequency of Seedlings from Natural Self-Fertilization in Coastal Douglas-Fir. Silvae Genetica 22, 20-29

STEPHAN, B.R., 1973: Über Anfälligkeit und Resistenz von Douglasien-Herkünften gegenüber Rhabdocline pseudotsugae. Silvae Genetica 22, 149-153

STERN, K., 1964: Herkunftsversuche für Zwecke der Forstpflanzenzüchtung erläutert am Beispiel zweier Modellversuche. Der Züchter 34, 189-219

STERN, K.; HATTEMER, H.H., 1964: Problemes Involved in Some Models of Selection in Forest Tree Breeding. Silvae Genetica 13, 27-32

STERN, K., 1966: Zur Herkunftsfrage bei der Douglasie. Allg. Forstz. 21, 430-432

STERN, K., 1967: Design, Layout and Analyses of Provenance Experiments. IUFRO Kongress XIV München, Bd. III, 685-697

STERN, K.; KÖNIG, A.; HATTEMER, H.H., 1974: Beiträge zum geographischen Variationsmuster der Douglasie. Silvae Genetica 23, 53-58

STREHLKE, E.G., 1959: Auf die Herkunft kommt es an! Zum Anbau der Douglasie in Deutschland. Forst- u. Holzwirt 14, 289-295

STRITTMATTER, W., 1974: Ökologische und biologische Studien an der Baumart Douglasie im Zusammenhang mit dem Auftreten von Phaeocryptopus gäumanni (Rohde) Petr. SchrReihe d. Landesforstverwaltung Bad.-Württ., Bd. 43

STRITTMATTER, W., 1979: Praktische Erfahrungen bei der waldbaulichen Behandlung der Douglasie. Forst- u. Holzwirt 34 (im Druck)

SWEET, G.B., 1965: Provenance Differences in Pacific Coast Douglas-Fir. 1. Seed and Seedlings characteristics. Silvae Genetica 14, 46-56

SZIKLAI, O., 1973: Further Informations on the variation of Douglas-Fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) in its native Habitat. IUFRO Working Party on Douglas-Fir Provenances, Göttingen, 195-206

DE VECCHI, E., 1969: Evolution and Importance of Land Races in Breeding. 2. World Consultation for Tree Breeding, FAO-FO-FTB-69-1045, 1263-1278

VEEN, B., 1951: Herkomstenonderzoek van de Douglas in Nederland. Diss., Wageningen

VIEITEZ, A.M.; BALLESTER, A.; KLEINSCHMIT, J., 1977: Einfluß von Alter und Wachstumsbedingungen auf die Entwicklung und Form von Douglasienstecklingen. Forstarchiv 48, 74-81

VOLK, K., 1969: Herkünfte, Standortsansprüche, waldbauliche Behandlung, Leistung und Verwertung der Douglasien aus südbadischer Sicht. Allg. Forstz. 24, 715-717

WALTER, 1911: Anbau fremdländischer Holzarten. Allg. Forst- u. J.Ztg. 87, 154-167

WALTER, 1924: Douglasfichte. Allg. Forst- u. J.Ztg. 100, 329-333

WEBER, E., 1967: Mathematische Grundlagen der Genetik. G. Fischer Verl., Jena

WEBER, E., 1972: Grundriß der biologischen Statistik. 7. Aufl., G. Fischer Verl., Stuttgart

WESTERN FOREST SEED COUNCIL, 1966: Tree seed zone map for Washington and Oregon. Portland Oregon

WHEAT, J.G.; WILSON, B.C., 1965: Growth of three Douglas Fir varieties at Nisqually Washington. J. For. 63, 372

WILLIS, C.P.; HOFFMANN, J.v., 1915: A study of Douglas Fir seed. Proc. Soc. Amer. For. 10, 141-164

WRIGHT, J.W., 1960: Individual selection in Forest Genetics. Proc., IV. Lake States For. Tree Impr. Conf., Lake States For. Expt. Sta. Paper 81, 25-33

WRIGHT, J.W.; KUNG, F.H.; READ, R.A.; LEMMIEN, W.; BRIGHT, J.N., 1971: Genetic variation in Rocky Mountain Douglas-Fir. Silvae Genetica 20, 54-60

ZACHARIAS, K., 1931: Die Douglasie in Sachsen. Mitt. DDG 43, 161-170

ZAVARIN, E.; SNAJBERK, K., 1972: Geographic Variability of Monoterpene from Cortex of Pseudotsuga menziesii (Douglas-Fir). Proc. Intern. I.U.P.A.C. Intern. Symp. on Chemistry in Evolution and Systematics, Strasbourg, France

ZIMMERMANN, H., 1972: Zum Anbau von Douglasien in Hessen. Allg. Forstz. 17, 311-312

9. Anhang

Anhang 1: Liste der Douglasien-Herkünfte

Anhang 2: Höhenentwicklung der Provenienzen im Saatbeet (LSD-Test)

Anhang 3: Höhenentwicklung der Herkunftsgruppen im Verschulbeet (LSD-Test)

Anhang 4: Höhenentwicklung der Einzelstammabsaaten (LSD-Test)

Anhang 5: Anteil der nicht durch Frost geschädigten Pflanzen (LSD-Test)

Anhang 6: Varianzanalysen für absolute Höhenwerte und für Differenzen zum Standard

Anhang 7: Höhenentwicklung der Herkünfte im Verschulbeet und auf den Versuchsflächen

Anhang 8: Höhenentwicklung der einzelnen Herkünfte auf den verschiedenen Versuchsflächen

Anhang 9: Höhenentwicklung der Provenienzen auf den Versuchsflächen (LSD-Test)

Anhang 10: Höhenentwicklung der Einzelstammabsaaten im Verschulbeet und auf den Flächen

Anhang 11: Höhenentwicklung der Einzelstammabsaaten 1977 auf den verschiedenen Versuchsflächen

Anhang 12: Relativer Zuwachs (%) der Provenienzen auf Versuchsflächen (LSD-Test)

Anhang 13: Ausfälle der Provenienzen auf Versuchsflächen (LSD-Test)

Anhang 14: Anteil an Pflanzen mit Johannistrieben in 1977 (LSD-Test)

Anhang 15: Formbonituren 1975 und 1977: Anteil der geraden (Stufe 1) und schlecht geformten Pflanzen (Stufen 4, 5, 6, 7) in Prozent (LSD-Test)

Anhang 1: Liste der Douglasien-Herkünfte

Lfd. Nr.	Herkunfts-Nr. *	County	Name	Geographische Lage nördl. Breite	Geographische Lage westl. Länge	Seehöhe m	Anzahl der Erntebäume
A) Herkünfte aus Nordamerika							
			1. British Columbia - Interior				
1	1001		Stoner	53°37'30''	122°40'30''	550-610	15
2	1003		Alexandria	52°41'30''	122°26'00''	580-730	15
3	1005		Williams Lake	52°06'45''	122°00'00''	610	15
4	1007		Clearwater	51°39'25''	120°00'00''	460	16
5	1008		Golden	51°23'	117°00'	820-910	15
6	1010		Barriere	51°12'15''	120°09'45''	430	15
7	1013		Revelstoke	51°00'	118°12'	610	15
8	1014		Eagle Bay	50°56'	119°13'	400-490	
9	1015		Blind Bay	50°53'	119°24'	370-460	
10	1016		White Lake	50°07'	119°15'	520	
11	1017		Squilax	50°50'	119°34'	580	16
12	1018		Salmon Arm	50°44'	119°13'	430-520	16
13	1019		Monte Creek	50°37'	119°54'	610-670	17
14	1020		Pillar Lake	50°35'	119°38'	910	
15	1022		Fly Hill	50°32'	119°24'	760	
16	1028		Merritt	50°04'20''	120°51'00''	820-910	15
17	1035		Nelson	49°30'	117°16'	760-880	15
18	1105		McLeod Lake	54°52'	122°53'	760	
19	1106		Fort St.James	54°29'	124°15'	850	
20	1107		Babine Lake	54°27'	125°27'	820	
21	1108		Wansa Lake	53°46'	122°06'	880	
22	1109		Dunster	53°07'	119°50'	820	
23	1110		Clemina	52°35'	119°05'	880	
24	1111		Horsefly	52°18'	121°19'	820	
25	1112		Clinton	51°09'	121°30'	1040	
26	2002		Pinetan	50°45'	120°50'	1200	
27	2003		Philips Lake/ Turtle Valley	50°40'	119°30'	500-700	
28	2005		Salmon River/ Silver Creek	50°35'	119°20'	850	
29	2007		Heffley Lake	50°50'	120°10'	1000	
30	2009		Pillar Lake	50°35'	119°40'	1000	
31	2012		Bear Creek	50°50'	119°50'	600	
			2. British Columbia - Küstenbereich und Vancouver Island				
32	1004		Stuie	52°22'00''	126°00'00''	230	16
33	1006		Tatla	51°44'00''	124°44'24''	880	16
34	1021		D'Arcy	50°33'24''	122°30'00''	280	15
35	1023		Jeune Landing	50°27'00''	127°27'00''	170	15
36	1024		Owl Creek	50°20'00''	122°43'30''	210	15
37	1025		Nimkish	50°19'00''	126°53'00''	90	15
38	1026		Stella Lake	50°17'00''	125°28'00''	150	15
39	1027		Alta	50°11'30''	122°52'30''	640	15
40	1030		Squamish	49°46'40''	133°09'00''	15	15
41	1031		Gold River	49°45'00''	126°04'00''	90	15
42	1032		Courtenay	49°41'45''	125°03'30''	60	15
43	1033		Forbidden Plateau	49°39'45''	125°09'20''	610	15
44	1034		Sechelt	49°30'40''	123°52'55''	180	15
45	1036		Alberni	49°19'30''	124°51'00''	140	15
46	1037		Franklin River	49°06'00''	124°46'00''	150	15
47	1038		Chilliwack	49°06'00''	121°42'00''	910	15
48	1040		Cassidy	49°03'30''	123°57'00''	200	15
49	1041		Caycuse	48°55'25''	124°26'00''	210	15
50	1042		Duncan	48°45'00''	123°45'00''	60	15
51	1043		San Juan	48°34'50''	124°04'48''	210	15
52	1045		Sooke	48°24'00''	123°44'00''	50	15
53	2008		Campbell River	50°06'00''	125°21'00''	170	
54	2011		Cedar District	49°06'00''	123°54'00''	0-70	
55	2013		Duncan	48°75'00''	123°85'00''	100-130	
			3. Washington				
56	1046	Whatcom	Diablo Dam	48°43'	121°07'	400-460	15

* Herkunfts-Nummern 1001 - 1104 IUFRO-Ernte 1966/67
Herkunfts-Nummern 1105 - 1152 IUFRO-Ernte 1968
Herkunfts-Nummern 2002, 2003, 2005, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013
Saatgut von gewerblichen Samenfirmen.

57	1047	Whatcom	Concrete	48°39'	121°43'	400-550	17
58	1048	Ferry	Republic	48°36'	118°44'	730	16
59	1049	Skagit	Bacon Point	48°36'	121°23'	460-550	15
60	1050	Skagit	Marblemount	48°35'	121°24'	120	15
61	1051	Skagit	Sedro Woolley	48°32'	122°19'	60	16
62	1052	Okanogan	Twisp	48°23'	120°24'	730-850	15
63	1054	Snohomish	Arlington	48°13'	122°04'	90	15
64	1055	Pend Oreille	Newport	48°12'	117°03'	730	15
65	1056	Snohomish	Sloan Creek	48°05'	121°18'	610-700	17
66	1058	Clallam	Lake Crescent	48°04'	124°00'	300	15
67	1059	Snohomish	Perry Creek	48°03'	121°28'	580-640	16
68	1060	Clallam	Sequim	48°02'	123°02'	30-90	16
69	1061	Clallam	Louella Guard Station	48°00'	123°05'	450	15
70	1063	Snohomish	Gold Bar	47°51'	121°39'	120	15
71	1064	Jefferson	Hoh River	47°48'	123°58'	240	15
72	1065	Spokane	Spokane	47°47'	117°12'	550-670	15
73	1066	King	Scenic	47°43'	121°08'	880-1000	9
74	1067	King	Skykomish	47°42'	121°20'	300	15
75	1068	Chelan	Chiwaukum	47°41'	120°44'	550	16
76	1070	King	Denny Creek	47°24'	121°32'	490-610	14
77	1071	Kittitas	Keechelus Lake	47°23'	121°22'	800	15
78	1072	King	Chester Morse Lake	47°22'	121°40'	550-670	16
79	1073	Grays Harbor	Humptulips	47°19'	123°54'	140	17
80	1074	Mason	Matlock	47°18'	123°26'	460-550	15
81	1075	King	Enumclaw	47°16'	121°56'	240	15
82	1076	Mason	Matlock	47°15'	123°25'	120	16
83	1077	Mason	Shelton	47°15'	123°12'	90	15
84	1078	Kittitas	Cle Elum	47°13'	121°07'	640	15
85	1079	Pierce	Parkway	47°02'	121°34'	730	15
86	1080	Thurston	Yelm	47°01'	122°44'	60	15
87	1081	Pierce	Alder Lake	46°48'	122°17'	430	15
88	1082	Yakima	Rimrock	46°40'	121°02'	760	15
89	1083	Lewis	Packwood	46°34'	121°40'	580-730	15
90	1084	Lewis	Packwood	46°34'	121°42'	300	16
91	1085	Lewis	Randle	46°33'	122°03'	340	16
92	1087	Wahkiakum	Skamokawa	46°21'	123°30'	180-240	16
93	1088	Cowlitz	Castle Rock	46°19'	122°52'	150	15
94	1089	Wahkiakum	Cathlamet	46°18'	123°16'	150-240	15
95	1090	Cowlitz	Cougar	46°05'	122°18'	460-550	15
96	1092	Klickitat	Glenwood	46°00'	121°10'	490	16
97	1093	Skamania	Willard	45°48'	121°41'	460-550	15
98	1095	Skamania	Prindle	45°37'	122°08'	460	14

4. Oregon

99	1094	Washington	Vernonia	45°46'	123°13'	210	15
100	1097	Clackamas	Cherryville	45°19'	122°08'	610-730	15
101	1098	Tillamook	Hebo	45°13'	123°51'	120-180	15
102	1099	Wasco	Pine Grove	45°06'	121°23'	730	15
103	1100	Yamhill	Grand Ronde Agency	45°06'	123°36'	150-210	15
104	1101	Lincoln	Waldport	44°24'	123°52'	30-90	15
105	1102	Linn	Upper Soda	44°23'	122°12'	910-1070	15
106	1103	Coos	Coquille	43°12'	124°10'	30-120	15
107	1104	Curry	Brookings	42°07'	124°12'	240-370	15
108	1113	Marion	Mill City	44°48'	122°42'	170	15
109	1114	-	Detroit	44°44'	122°10'	490	17
110	1115	Benton	Corvallis	44°42'	123°13'	80	16
111	1116	Lincoln	Burnt Woods	44°36'	123°42'	340	17
112	1117	Marion	Marion Forks	44°30'	122°00'	1070	11
113	1118	Benton	Marys Peak	44°30'	123°34'	980-1010	15
114	1119	Lane	Eugene	44°01'	123°23'	210	16
115	1120	-	Oakridge	43°54'	122°22'	880	17
116	1121	Douglas	Steamboat	43°22'	122°31'	1600	15
117	1123	-	Roseburg	43°19'	123°30'	240-300	16
118	1124	Josephine	Wolf Creek	42°41'	123°23'	430	15
119	1125	-	Cave Junction	42°11'	123°40'	400-460	16
120	1126	Jackson	Ashland	42°05'	122°39'	1500	15

5. California

121	1134	-	Sawyers Bar	41°17'	123°08'	1100-1200	16
122	1139	Trinity	Weaverville	40°54'	122°44'	1100-1200	17
123	1141	Trinity	Big Bar	40°47'	123°12'	1250-1370	18
124	1143	Shasta	Wildwood	40°23'	123°00'	1200	16
125	1145	Glenn	-	39°48'	122°56'	1550	15
126	1149	Lake	Lower Lake	38°50'	122°42'	950	15

6. Mexico

127	1152	-	Tlaxco	19°36'	98°03'	2500	-

B) Saatgut von einheimischen Beständen

128	2001	Plusbäume Eifel
129	2004	Plusbäume Niedersachsen
130	2006	Plusbäume Pfälzerwald
131	2010	Sonderherkunft Südbaden

Anhang 2: Höhenentwicklung der Provenienzen im Saatbeet
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

1970 Torf/Sand				1971 Torf/Sand				1971 Nadelstreu			
Gruppe	Höhe cm	Standard-abw. s cm	v %	Gruppe	Höhe cm	Standard-abw. s cm	v %	Gruppe	Höhe cm	Standard-abw. s mm	v %
5.BCKU	10,74	2,48	23,1	13.OKU	10,70	1,45	13,6	9.WST	22,85	2,33	10,2
7.WNK	10,30	1,80	17,5	10.WSK	9,88	0,96	9,7	15.CAL	22,73	1,36	6,0
6.BCVA	10,21	1,28	12,5	9.WST	9,80	0,71	7,2	14.OKA	22,16	1,01	4,6
16.BRD	10,10	1,47	14,6	14.OKA	9,17	1,25	13,6	6.BCVA	21,82	1,56	4,6
13.OKU	10,06	2,20	21,9	6.BCVA	9,11	1,34	14,7	13.OKU	21,64	1,03	4,8
14.OKA	9,56	4,29	44,9	11.WKW	8,98	1,22	13,6	7.WNK	21,57	1,97	9,1
12.WKO	9,41	2,72	28,9	7.WNK	8,46	1,00	11,8	11.WKW	21,53	1,69	7,8
x̄	9,07	2,60	28,7	15.CAL	8,33	1,04	12,5	10.WSK	21,46	1,87	8,7
9.WST	9,00	3,00	33,3	5.BCKU	8,22	1,25	15,2	8.WOL	21,00	2,21	10,5
10.WSK	8,98	2,59	28,8	x̄	7,88	2,08	26,4	5.BCKU	19,42	0,92	4,7
4.WO	8,98	2,49	27,7	8.WOL	7,59	1,41	18,6	x̄	19,39	3,72	19,2
15.CAL	8,77	1,78	20,3	12.WKO	7,49	1,05	14,0	12.WKO	18,74	0,97	5,2
3.BCSH	8,66	2,25	26,0	1.BCN	5,85	1,52	26,0	3.BCSH	15,95	2,14	13,4
11.WKW	8,44	2,54	30,1	3.BCSH	5,62	1,80	32,0	4.WO	15,25	3,18	20,9
8.WOL	8,16	1,21	14,8	2.BCNO	5,57	1,27	22,8	2.BCNO	13,90	1,82	13,1
2.BCNO	7,00	2,17	31,0	4.WO	5,25	0,42	8,0	1.BCN	11,83	1,56	13,2
1.BCN	5,14	1,67	32,5								

Anhang 3: Höhenentwicklung der Herkunftsgruppen im Verschulbeet
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

1971				1972			
Gruppe	Höhe cm	Standard-abw. s cm	v %	Gruppe	Höhe cm	Standard-abw. s cm	v %
16. BRD	22,28	3,01	13,5	16. BRD	51,20	4,41	8,6
7. WNK	20,17	3,67	18,2	7. WNK	46,22	4,67	10,1
6. BCVA	19,20	3,31	17,2	6. BCVA	43,05	7,67	17,8
5. BCKU	18,65	3,43	18,4	8. WOL	41,79	4,83	11,6
8. WOL	18,49	1,86	10,1	5. BCKU	39,13	3,98	10,2
13. OKU	16,91	2,47	14,6	13. OKU	38,05	5,99	15,7
11. WKW	16,06	4,72	29,4	14. OKA	36,28	7,59	20,9
x̄	15,84	4,34	27,4	x̄	35,31	9,58	27,1
14. OKA	15,45	3,59	23,2	11. WKW	33,58	10,13	30,2
10. WSK	14,82	3,02	20,4	9. WST	33,40	2,63	7,9
12. WKO	14,71	4,36	29,6	10. WSK	32,68	6,61	20,2
9. WST	14,43	2,06	14,3	15. CAL	32,50	6,82	21,0
15. CAL	13,70	0,50	3,6	12. WKO	31,39	10,14	32,3
4. WO	13,68	2,13	15,6	4. WO	29,73	8,05	27,1
3. BCSH	12,29	3,29	26,8	3. BCSH	26,75	6,96	26,0
1. BCN	10,37	4,75	45,8	1. BCN	24,96	9,62	38,5
2. BCNO	9,87	3,94	39,9	2. BCNO	19,23	5,17	26,9

Anhang 4: Höhenentwicklung der Einzelstammabsaaten
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

Saatbeet 1970

	Höhe cm	Standard-abw. s cm	v %
Daun-Ost Abt. 46	9,54	2,07	21,7
Daun-Ost Abt. 39	8,44	1,45	17,2
$\bar{x}$	8,03	2,60	32,4
Wittlich-West Bergweiler	7,87	2,20	28,0
Manderscheid	7,73	1,09	14,1
Wittlich-West Bruch	7,29	2,89	39,6
Prüm	7,23	1,84	25,4

Kamp 1971

	Höhe cm	Standard-abw. s cm	v . %
Daun-Ost Abt. 39	21,12	2,17	10,3
Daun-Ost Abt. 46	20,64	2,71	13,1
$\bar{x}$	18,70	2,95	15,8
Prüm	18,26	3,62	19,8
Wittlich-West Bergweiler	17,68	3,03	17,1
Manderscheid	17,57	2,13	12,1
Wittlich-West Bruch	17,39	2,14	12,3

Kamp 1972

	Höhe cm	Standard-abw. s cm	v %
Prüm	44,58	7,22	16,2
Manderscheid	42,62	6,84	16,0
Wittlich-West Bruch	42,58	5,57	13,1
Daun-Ost Abt. 39	42,05	3,72	8,8
$\bar{x}$	41,27	5,66	13,7
Wittlich-West Bergweiler	40,17	5,01	12,5
Daun-Ost Abt. 46	36,95	3,68	10,0

Anhang 5: Anteil der nicht durch Frost geschädigten Pflanzen
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

Torf/Sand 1970

Gruppe	%
1. BCN	75,9
2. BCNO	71,7
3. BCSH	60,5
16. BRD	58,8
4. WO	50,0
$\bar{x}$	42,8
12. WKO	39,3
8. WOL	38,1
10. WSK	35,8
6. BCVA	35,4
14. OKA	34,5
5. BCKU	33,6
7. WNK	33,3
9. WST	32,5
11. WKW	30,0
13. OKU	27,5
15. CAL	26,7

Torf/Sand 1971

Gruppe	%
1. BCN	100,0
2. BCNO	100,0
3. BCSH	100,0
4. WO	100,0
12. WKO	98,6
6. BCVA	90,4
8. WOL	86,3
5. BCKU	85,6
$\bar{x}$	84,6
11. WKW	80,5
15. CAL	77,1
10. WSK	76,8
7. WNK	76,0
9. WST	64,0
14. OKA	61,4
13. OKU	53,1

Nadelstreu 1971

Gruppe	%
1. BCN	100,0
2. BCNO	100,0
3. BCSH	99,8
4. WO	99,5
5. BCKU	87,6
12. WKO	85,4
6. BCVA	73,6
$\bar{x}$	63,7
11. WKW	54,3
10. WSK	44,0
8. WOL	43,0
7. WNK	42,0
14. OKA	27,2
9. WST	22,0
13. OKU	20,9
15. CAL	20,0

Anhang 6: Varianzanalysen für absolute Höhenwerte und für Differenzen zum Standard

		FG	SQ	MQ	F	Varianz-komponenten
Flächenaufnahme 1975						
Höhen	Herkunfts-gebiete	14	87 045,57	6 217,54	52,12***	677,58
	Versuchs-flächen	8	42 047,08	5 255,89	44,06***	342,44
	Fehler	556	66 323,17	119,29	-	119,29
Differenz zum Standard	Herkunfts-gebiete	14	87 147,33	6 224,81	52,08***	678,36
	Versuchs-flächen	8	904,84	113,11	0,95n.s.	- 0,43
	Fehler	556	66 218,92	119,53	-	119,53
Flächenaufnahme 1976						
Höhen	Herkunfts-gebiete	14	99 526,14	7 109,01	32,90***	765,88
	Versuchs-flächen	8	191 390,86	12 845,13	59,45***	841,94
	Fehler	556	120 137,86	216,08	-	216,08
Differenz zum Standard	Herkunfts-gebiete	14	99 633,86	7 116,70	32,85***	766,67
	Versuchs-flächen	8	1 633,27	204,16	0,94n.s.	- 0,83
	Fehler	556	120 022,59	216,65	-	216,65
Flächenaufnahme 1977						
Höhen	Herkunfts-gebiete	14	231 624,37	16 544,60	38,77***	1 790,87
	Versuchs-flächen	8	322 328,02	40 291,00	94,40***	2 657,61
	Fehler	556	237 296,00	426,79	-	426,79
Differenz zum Standard	Herkunfts-gebiete	14	231 794,87	16 556,78	38,68***	1 792,09
	Versuchs-flächen	8	2 457,84	307,23	0,72n.s.	- 8,05
	Fehler	556	237 117,16	428,01	-	428,01

Anhang 7: Höhenentwicklung der Herkünfte im Verschulbeet und auf den Versuchsflächen

Gruppe	Herkunft	Höhenwuchsleistung im Verschulbeet bezogen auf $\bar{x}$ 1971 %	1972 %	Anzahl der Flächen	Höhenwuchsleistung auf Versuchsflächen bezogen auf einen Standard 1975 %	1976 %	1977 %
1. BCN	1001	47,3	60,0	9	85,0	89,3	88,5
	1003	69,4	65,1	9	88,3	91,2	91,7
	1005	51,8	42,5	9	63,0	66,1	65,7
	1105	124,4	122,1	6	84,0	83,9	81,0
	1106	81,4	91,8	6	91,7	93,5	90,7
	1107	-	-	6	78,7	78,6	76,0
	1108	49,2	62,9	6	85,3	83,0	79,9
	1111	35,4	50,7	9	93,0	94,5	93,3
2. BCNO	1008	58,7	50,1	9	65,0	67,1	65,4
	1109	39,8	42,5	6	68,1	73,2	71,9
	1110	89,0	70,8	9	67,7	70,7	68,9
3. BCSH	1007	108,3	107,6	9	112,7	116,9	115,3
	1010	75,8	65,4	9	72,8	76,0	76,0
	1013	90,9	72,8	9	76,2	80,1	80,0
	1014	116,8	111,9	6	125,2	129,1	130,6
	1015	92,2	92,6	6	99,0	105,1	106,5
	1016	97,9	82,7	9	88,0	90,1	89,5
	1017	99,7	102,2	9	100,7	105,1	104,3
	1018	60,6	56,6	9	71,2	74,9	74,5
	1019	70,1	71,7	9	88,6	93,0	91,3
	1020	74,5	65,1	9	58,6	63,8	61,7
	1022	49,2	45,9	9	69,0	72,0	70,5
	1028	90,9	98,0	9	97,0	100,0	95,0
	1112	48,6	65,1	9	73,5	76,7	74,9
	2002	65,7	72,5	9	89,1	92,9	92,2
	2003	85,9	93,5	9	92,8	97,4	96,1
	2005	76,4	70,5	9	92,1	98,2	96,1
	2007	84,0	74,8	9	79,9	84,5	82,8
	2009	62,5	58,9	9	78,5	83,0	82,4
	2012	70,7	69,1	6	88,7	94,7	94,4
4. WO	1035	99,7	118,1	6	97,4	101,4	99,4
	1048	72,6	68,8	9	67,5	71,4	69,5
	1055	77,7	78,7	9	81,9	87,1	85,1
	1065	97,2	71,9	9	67,0	68,6	67,1
5. BCKU	1004	107,3	124,3	1	102,9	117,1	111,4
	1006	108,0	96,6	9	87,2	92,3	91,2
	1021	138,9	111,9	6	112,9	112,7	110,6
	1024	134,5	102,5	1	81,1	70,3	64,1
	1027	83,3	103,4	4	100,4	99,2	96,8
	1030	111,1	111,3	9	97,6	98,0	98,2
	1034	143,3	126,6	9	126,5	124,3	123,7
6. BCVA	1023	118,1	116,7	1	113,7	110,7	114,5
	1025	166,7	177,6	1	108,2	90,6	88,2
	1026	137,0	143,0	4	133,2	133,3	135,2
	1031	101,0	132,5	-	-	-	-
	1032	135,7	125,7	6	136,4	128,4	128,5
	1033	76,4	102,0	1	112,6	143,8	147,4
	1036	112,4	111,6	6	127,0	120,0	119,0
	1037	96,6	76,7	6	82,0	79,6	80,9
	1040	131,9	124,3	6	105,5	99,2	97,8
	1041	119,9	121,2	6	140,2	127,6	126,4
	1042	133,8	122,6	1	113,7	106,7	107,8
	1043	119,3	116,7	4	109,2	103,5	104,9
	1045	133,2	130,6	1	128,6	108,4	102,3
	2008	115,5	123,5	1	135,6	115,4	115,2
	2011	-	-	1	146,4	168,9	171,9
	2013	123,7	105,6	1	122,5	107,8	106,4
7. WNK	1038	78,3	110,5	6	132,6	134,3	133,0
	1049	137,0	135,1	4	129,8	132,5	137,4
	1050	123,1	143,0	1	146,6	145,5	146,7
	1051	162,9	134,8	1	151,1	134,9	130,9
	1054	133,2	150,1	4	126,8	123,0	130,4
	1059	125,6	139,6	1	147,9	105,8	107,8
	1063	113,6	128,0	4	147,0	148,9	161,4
	1070	131,3	113,6	4	133,4	127,6	132,8
	1072	143,9	124,6	1	146,7	137,1	145,4
8. WOL	1058	103,5	107,3	6	130,5	118,2	117,0
	1060	96,0	104,8	1	146,6	122,9	124,6
	1061	122,5	130,3	6	127,6	121,6	122,8
	1064	121,2	107,9	1	155,8	142,2	143,8
	1073	122,5	118,7	9	137,7	130,0	136,5
	1074	114,3	106,8	6	121,2	114,3	121,7
	1076	122,5	135,7	6	144,0	135,5	140,8
	1077	131,9	135,9	9	133,9	129,2	131,7
9. WST	1080	111,1	98,0	6	106,3	97,0	100,9
	1087	83,3	103,9	-	-	-	-
	1088	86,5	89,2	9	107,2	106,7	110,1
	1089	84,6	88,1	4	103,3	97,6	102,3
10. WSK	1075	85,2	79,9	4	108,9	107,6	113,2
	1081	65,7	66,0	1	109,9	96,1	117,9
	1084	117,4	110,5	4	110,7	110,7	114,5
	1085	83,3	85,5	4	105,7	123,9	128,0
	1090	104,8	113,8	4	112,2	110,8	113,2
	1095	106,7	100,3	4	106,0	104,7	106,8

Gruppe	Herkunft	Höhenwuchsleistung im Verschulbeet bezogen auf x̄		Anzahl der Flächen	Höhenwuchsleistung auf Versuchsflächen bezogen auf einen Standard		
		1971 %	1972 %		1975 %	1976 %	1977 %
11. WKW	1046	113,0	96,3	4	91,3	88,7	91,7
	1047	84,6	84,7	6	102,8	103,9	108,8
	1056	106,1	96,6	6	111,4	111,6	112,3
	1066	54,3	60,9	1	101,8	87,4	84,4
	1067	123,7	98,0	6	101,1	97,5	99,6
	1079	125,6	117,2	9	99,5	98,6	96,6
	1083	80,8	72,5	4	100,2	96,8	101,7
	1093	77,7	73,6	4	80,1	81,8	83,5
	1097	150,3	156,9	9	110,7	107,2	111,7
12. WKO	1052	97,2	90,9	9	89,8	91,8	89,4
	1068	70,7	78,2	1	105,7	101,8	103,8
	1071	82,1	85,5	4	98,6	97,4	97,1
	1078	70,7	56,4	4	84,5	88,7	88,4
	1082	70,1	58,6	6	83,6	79,2	77,6
	1092	121,8	125,7	1	95,4	89,8	87,2
	1099	138,9	127,4	6	125,6	126,2	122,7
13. OKU	1094	107,3	105,6	4	135,3	128,2	129,6
	1098	97,2	96,9	1	99,7	93,9	90,1
	1100	91,5	107,9	9	119,2	111,7	112,5
	1101	89,6	98,6	4	122,5	113,6	120,3
	1103	130,1	100,0	1	93,0	113,8	121,3
	1104	99,7	90,9	1	(174,5)	(175,2)	(192,9)
	1116	111,1	119,2				
	1118	130,1	144,2				
14. OKA	1102	119,3	124,9	4	108,1	99,5	102,7
	1113	99,1	118,1				
	1114	69,4	77,3	1	66,1		
	1115	109,8	112,7	1	48,6	53,8	43,6
	1117	53,0	65,4	1	122,5	107,7	97,3
	1119	89,6	92,3				
	1120	99,1	87,5				
	1121	79,5	86,9				
	1123	121,8	125,2				
	1124	119,9	120,4				
	1125	113,0	121,2				
15. CAL	1126	87,1	110,7				
	1134	90,3	94,0	1	(162,1)	(167,3)	
	1149	83,3	71,9				
16. BRD	2001	133,8	145,6	1	138,0	113,0	104,9
	2004	155,9	145,3	1	138,6	139,0	150,1
	2006	117,4	127,2	1	146,7	155,3	147,0
	2010	155,9	152,9	1	109,0	101,3	105,5

Anhang 8: Höhenentwicklung der einzelnen Herkünfte auf den verschiedenen Versuchsflächen (1977)

Herkunfts-nummer	Rauschen-berg	Bad Homburg	Hilders	Wald-solms	Bens-heim	Hirsch-horn	Sinntal	Franken-berg	Roten-burg	Wan-fried	Bad Sooden-Allendorf	Gahren-berg
	$\bar{x}$=0,94m %	$\bar{x}$=1,06m %	$\bar{x}$=1,18m %	$\bar{x}$=0,94m %	$\bar{x}$=0,95m %	$\bar{x}$=1,65m %	$\bar{x}$=1,25m %	$\bar{x}$=1,11m %	$\bar{x}$=1,36m %	$\bar{x}$=0,64m %	$\bar{x}$=0,86m %	$\bar{x}$=1,10m %
1001	82,5	97,8	92,0	80,6	113,9	93,3	89,5	83,1	97,7	98,9	113,4	68,4
1003	101,1	102,3	107,0	109,7	103,1	93,8	87,4	88,3	90,8	119,6		109,3
1004	108,8									126,7		
1005	52,9	61,6	65,7	45,9	68,7	74,3	64,0	62,3	73,1	59,7	94,8	73,4
1006	69,0	111,5	122,9	105,8	107,3	101,7	88,4	98,1	76,1	124,0		
1007	116,0	101,9	128,8	141,7	131,1	116,5	93,8	114,7	120,9	127,1	124,9	105,7
1008	84,2	69,3	66,4	67,8	58,9	69,4	50,4	80,4	57,4	45,5		83,7
1010	89,3	77,4	81,8	73,0	82,5	83,5	67,0	74,1	72,8	91,6	103,3	96,1
1013	89,0	91,2	78,5	89,8	69,0	79,6	80,5	83,9	80,4	95,8	77,9	103,3
1014	141,3	130,2	125,3	135,1	140,3	128,5				171,8		
1015	116,6	88,2	139,7	102,8	103,4	102,0				116,0	100,4	
1016	105,6	90,5	102,5	76,9	94,0	89,0	84,3	98,8	85,0	88,5	105,0	99,0
1017	93,9	92,2	110,3	125,0	115,5	103,8	107,6	109,7	105,7	146,3	125,3	97,0
1018	73,6	73,5	88,9	70,8	65,1	84,8	60,9	78,6	66,8	57,9	81,5	110,0
1019	74,7	92,8	117,6	77,2	97,1	99,7	93,7	117,1	102,8	102,0	88,5	92,7
1020	57,9	60,6	63,1	60,8	65,3	69,3	57,9	57,2	73,1	62,9		87,3
1021	109,1	123,4	116,3	106,7	119,0	104,7				123,0		107,4
1022	64,3	80,4	57,2	68,8	77,3	66,3	59,2	63,0	56,8	164,8	68,1	99,7
1023	111,8									102,5	74,4	102,5
1024	62,6									79,5	80,7	96,3
1025	86,1									120,2		102,4
1026	149,7						128,1	137,3	135,4	100,5	77,6	119,8
1027	69,6						107,8	109,7	109,2			99,1
1028	96,3	92,9	131,3	88,0	89,1	111,7	81,5	102,2	102,7	79,0		101,6
1030	88,3	100,1	89,8	98,4	111,2	117,5	94,0	110,7	97,8	91,8	77,4	
1031										109,8		
1032	140,2	150,3	113,7	133,1	123,8	126,8				131,9	97,8	
1033	143,9									124,4		
1034	140,0	139,9	111,2	128,2	112,8	127,5	140,2	122,0	119,0	105,6		
1035	103,0	89,1	121,8	91,7	113,3	91,5				126,1	116,7	92,4
1036	103,6	136,5	114,4	121,6	136,4	119,0				104,4	98,5	
1037	62,9	115,7	78,1	75,2	80,7	78,7				63,9		
1038	152,1	140,2	127,0	141,2	118,7	135,0				115,9		
1040	127,7	97,7	93,1	102,2	86,2	91,3				73,1	84,6	
1041	140,0	140,4	124,0	134,6	110,9	124,5				111,9	110,9	120,5
1042	105,3										105,6	
1043	82,1						118,9	116,7	112,8			104,3
1045	199,9									105,6	102,0	128,0
1046	103,0						81,6	91,4	97,1	78,0		126,5
1047	84,4	110,1	97,9	115,7	144,1	117,5						
1048	73,7	80,3	77,8	66,6	79,6	60,1	58,7	75,0	65,9	89,1	81,3	72,8
1049	138,5						149,9	137,4	134,7			135,1
1050	143,2									136,2		
1051	127,8									119,0	115,4	
1052	118,2	78,6	106,7	78,5	84,6	86,9	78,6	99,0	103,4	100,3	106,8	86,2
1054	128,8						144,5	130,7	128,0	85,1		134,8
1055	80,3	98,4	79,0	84,4	86,4	91,9	97,1	87,0	83,5	102,7	100,8	84,5
1056	110,1	118,3	111,3	115,2	125,5	109,5				106,0	98,7	
1058	103,2	118,3	114,4	139,2	115,0	127,8				103,2	111,7	
1059	105,3									138,8	97,5	108,0
1060	121,7									109,8		90,6
1061	134,6	123,7	107,2	139,0	114,6	132,9				95,0	111,5	108,4
1063	198,9						168,3	118,0	170,9			
1064	140,4									128,5	121,8	124,7
1065	58,9	72,1	63,3	57,3	76,8	73,3	61,7	69,6	72,1	63,1	76,4	87,5
1066	82,4									105,4		
1067	77,2	96,0	93,0	98,9	141,6	106,6				80,2	110,4	109,0
1068	101,3									104,0	113,7	109,1
1070	115,5						169,9	131,9	125,5	104,2		124,4
1071	88,5						102,6	106,5	99,1	95,3		
1072	142,0									111,6	117,1	136,3
1073	130,7	141,8	136,4	144,9	129,6	132,3	158,5	130,1	157,4	100,1	112,1	127,2
1074	127,2	150,4	121,2	118,4	103,3	125,2				88,1	98,0	127,6
1075	107,5						132,9	112,9	108,8			
1076	170,4	136,1	125,6	157,2	137,0	135,6				104,4		126,2
1077	107,6	142,2	131,7	143,7	161,6	129,0	138,5	127,0	137,7	118,3	99,6	
1078	68,7						95,9	102,2	94,9			103,3
1079	112,6	91,5	75,3	116,9	99,3	99,4	100,6	105,2	90,0	97,6		
1080	100,8	137,0	85,3	93,2	84,1	118,5				82,4		
1081	115,1											

Herkunfts-nummer	Rauschen-berg	Bad Homburg	Hilders	Wald-solms	Bens-heim	Hirsch-horn	Sinntal	Franken-berg	Roten-burg	Wan-fried	Bad Sooden-Allendorf	Gahren-berg
1082	86,7	84,9	73,7	76,2	62,3	91,5				63,3		111,6
1083	93,4						110,3	107,1	104,4	74,7	80,2	
1084	123,2						119,6	108,5	115,3	95,2		
1085	127,2						143,4	120,9	130,7	86,7	98,0	
1087										116,7		
1088	59,2	121,7	91,0	151,5	114,8	112,0	136,0	113,3	120,1			
1089	92,9						104,7	102,4	117,7	70,6		
1090	94,2						119,2	122,5	127,1	89,8	93,7	
1092	85,2											99,7
1093	90,1						75,3	82,2	92,5	72,8	95,4	
1094	116,9						143,7	138,3	130,5	114,6	109,9	
1095	85,7						123,6	117,8	109,8	71,1	113,1	102,1
1097	84,8	132,0	118,1	110,5	100,2	119,7	136,9	104,9	126,3	74,2	98,8	
1098	88,0									90,2	92,4	
1099	126,9	127,9	124,8	118,9	131,6	122,9						108,9
1100	95,3	132,0	107,6	120,9	125,0	119,6	118,6	123,4	108,5	81,1		
1101	107,5						135,2	115,4	133,5	82,1		
1102	77,7						114,7	103,1	124,9			
1103	118,5											
1104	(188,4)									45,1		
1105	89,6	88,1	74,4	102,5	64,3	77,6						72,5
1106	83,6	85,8	107,6	100,3	90,7	88,4						81,9
1107	72,9	74,9	85,0	80,9	71,4	81,1						69,2
1108	78,1									117,0		74,0
1109	58,5	67,8	71,1	86,3	74,4	84,1				62,7		98,6
1110	61,5	51,3	90,2	58,9	78,9	75,6	64,6	89,9	66,6			90,7
1111	104,4	72,7	92,3	95,2	110,6	108,2	95,3	91,4	91,8	123,0		92,8
1112	61,2	58,3	75,9	67,6	75,2	93,9	94,0	89,3	77,1			89,1
1113										89,5		
1114										75,5		
1115	42,6									91,1		
1116										133,3		
1117	95,0									74,5		
1118										97,2	100,2	
1119										77,3		
1120										89,5		
1121										102,2		
1123										87,3		
1124										91,7		
1125										116,1		
1126										88,2		
1134	(163,4)											
1139												78,0
1143												67,8
1145												81,9
2001	102,4											
2002	77,9	100,1	114,5	97,7	90,1	94,1	80,4	107,1	90,9	118,5		84,4
2003	71,4	103,5	119,9	109,9	108,8	98,1	92,6	96,4	88,8	128,5	123,0	96,0
2004	146,6									154,1		
2005	94,0	109,0	114,9	102,8	113,3	91,1	77,0	96,0	108,2	129,5	123,3	98,7
2006	143,5									151,2		
2007	56,6	81,7	92,0	96,6	89,0	86,6	84,2	93,1	86,3	104,1		89,0
2008	112,5											
2009	65,8	78,0	97,2	81,7	89,2	92,4	87,5	101,6	92,7	110,4		90,8
2010	103,0											
2011	167,9											
2012	77,8	87,8	95,1	124,2	105,9	95,5				117,9		100,3
2013	103,9											
6001*	75,2											
6003*	93,5						85,9	85,5	72,0			
6005*							85,7	70,2	89,5			
6006*							77,5	83,9	84,6			
6013*	74,3											
6018*	96,5											
6019*	62,9											
6020*	65,5											
6022*	68,5	67,2	77,4	62,2	71,6	83,3	98,3	87,7	94,9			
6048*		67,7	81,7	69,4	86,1	71,7	66,7	64,2	71,2			
6052*							83,5	81,0	103,4			
6065*							78,1	80,0	66,3			
7005*	76,8											
7009*		82,6	91,4	82,1	73,6	94,6	71,9	91,3	69,3			
7012*		83,5	109,7	82,9	104,8	99,9						

* Diese Prüflieder sind auf den Flächen zweimal vertreten;
die Nummer 6001 entspricht der Herkunft 1001; 7005 der Herkunft 2005 usw.

Anhang 9: Höhenentwicklung der Provenienzen auf den Versuchsflächen
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

Aufnahme 1975			Aufnahme 1976		Aufnahme 1977	
Gruppe	Anzahl der Mittelwerte	Höhe cm	Gruppe	Höhe cm	Gruppe	Höhe cm
2. BCNO	24	43,0	2. BCNO	58,9	2. BCNO	78,8
4. WO	33	50,0	4. WO	67,3	4. WO	89,6
1. BCN	55	53,9	14. OKA	72,0	1. BCN	97,5
3. BCSH	162	56,0	1. BCN	72,2	14. OKA	101,0
12. WKO	31	63,1	3. BCSH	76,3	3. BCSH	103,2
$\bar{x}$	579	64,7	12. WKO	82,4	12. WKO	111,0
14. OKA	7	64,8	$\bar{x}$	84,0	$\bar{x}$	115,4
11. WKW	49	66,4	11. WKW	84,7	11. WKW	118,6
5. BCKU	39	68,9	9. WST	86,7	5. BCKU	122,1
9. WST	19	69,9	5. BCKU	89,9	9. WST	124,0
10. WSK	21	72,6	10. WSK	95,7	6. BCVA	131,1
6. BCVA	46	77,2	6. BCVA	95,4	10. WSK	136,4
13. OKU	19	79,6	13. OKU	98,1	13. OKU	137,5
16. BRD	4	84,1	16. BRD	105,8	16. BRD	143,7
8. WOL	44	87,0	8. WOL	106,2	8. WOL	149,7
7. WNK	26	88,9	7. WNK	113,2	7. WNK	160,1

Anhang 10: Höhenentwicklung der Einzelstammabsaaten im Verschulbeet und auf den Flächen

Bestand	Prüf-glied	Höhenwuchsleistung im Verschulbeet bezogen auf %		Anzahl der Flächen	Höhenwuchsleistung auf Versuchsflächen bezogen auf das jeweilige Flächenmittel		
		1971	1972		1975	1976	1977
		%	%		%	%	%
Wittlich-West	1	82,4	97,6	7	107,35	108,3	107,2
	2	104,3	99,1	3	95,65	90,3	91,6
Bergweiler	3	127,8	118,5	2	113,20	98,4	98,7
	4	74,9	94,7	9	91,18	87,5	87,6
	5	115,5	105,6	3	98,45	91,5	89,3
	6	106,4	98,9	8	81,82	90,7	92,7
	7	79,1	92,8	9	100,48	101,2	101,7
	8	119,8	100,1	6	120,12	118,0	115,1
	9	87,7	107,1	7	117,43	117,7	115,9
	10	102,2	101,5	8	113,44	112,7	111,1
	11	102,2	81,9	9	100,36	94,7	93,8
	12	76,5	85,3	1	87,64	88,2	88,7
	13	90,4	82,1	9	91,26	91,3	95,2
	14	94,1	123,6	9	100,55	96,1	97,8
	15	98,9	96,4	9	90,07	85,7	87,5
	16	75,4	85,0	9	95,78	94,8	99,0
	17	92,0	103,7	9	93,06	93,9	98,1
	18	76,5	79,2	9	100,41	98,7	102,7
Wittlich-West	19	81,8	83,1	5	84,84	83,7	88,1
	20	60,4	66,4	7	90,11	91,4	92,5
Bruch	21	91,4	121,6	-	-	-	-
	22	92,5	109,5	2	121,86	114,2	118,1
	23	78,6	85,0	7	93,87	94,0	94,8
	24	102,7	107,6	3	130,14	129,9	129,5
	25	100,5	114,6	5	94,30	96,5	97,6
	26	99,5	104,7	5	113,84	113,4	111,7
	27	90,4	93,3	9	87,51	82,8	85,0
	28	104,8	113,4	7	109,87	104,5	105,1
	29	95,7	103,9	5	105,50	109,1	108,5
	30	94,1	107,8	6	114,03	109,3	107,3
	31	115,0	109,3	6	112,12	108,0	106,1
	32	93,6	93,5	5	111,04	112,1	118,6
	33	94,7	107,6	7	97,51	95,4	94,3
	34	89,8	115,3	5	111,03	111,5	112,5
	35	98,4	116,1	7	101,33	101,3	102,0
	36	85,6	96,9	9	103,65	105,6	110,2
	37	90,0	101,3	2	104,07	101,7	104,7
	38	104,8	113,9	4	107,99	109,8	108,8

Bestand	Prüf-glied	Höhenwuchsleistung im Verschulbeet bezogen auf %		Anzahl der Flächen	Höhenwuchsleistung auf Versuchsflächen bezogen auf das jeweilige Flächenmittel		
		1971	1972		1975	1976	1977
		%	%		%	%	%
Manderscheid	39	83,6	87,5	4	89,62	85,6	88,4
	40	98,9	114,1	6	100,77	100,7	97,0
Abt. 36 b	41	95,7	95,7	4	102,86	102,6	101,8
	42	98,9	111,7	9	115,95	114,7	114,2
	43	101,1	120,9	9	109,34	109,0	108,5
	44	85,0	100,3	9	79,09	81,8	79,4
	45	84,5	96,2	8	86,03	84,8	80,5
	46	86,6	109,5	8	112,26	110,7	106,9
	47	111,2	134,5	6	141,43	137,3	137,2
	48	88,2	92,6	9	103,80	104,8	102,6
	49	116,6	98,4	5	104,42	99,2	99,7
	50	71,1	77,5	6	117,67	117,1	115,5
	51	93,6	120,4	9	122,98	105,1	102,6
	52	85,6	76,6	8	89,21	87,8	86,9
	53	102,1	115,6	9	108,72	109,8	109,8
Daun-Ost	54	119,3	101,8	5	106,24	105,4	104,3
	55	109,1	113,6	8	106,45	107,9	106,5
Abt. 39 a	56	93,0	114,6	9	105,15	105,5	104,3
	57	129,9	111,5	5	112,75	107,0	107,7
	58	112,3	107,8	5	111,37	114,4	112,4
	59	99,5	106,9	5	105,11	106,6	106,6
	60	129,4	101,8	6	109,79	110,2	113,8
	61	110,2	101,3	5	110,09	108,6	111,4
	62	119,8	100,8	7	114,59	117,4	120,2
	63	94,1	82,9	8	88,93	86,1	89,0
	64	110,2	89,2	7	96,92	99,4	103,2
	65	120,9	94,0	4	115,12	116,8	117,5
	66	121,9	107,8	4	95,03	93,4	92,1
	67	106,4	94,5	9	93,32	95,6	96,2
	68	122,5	100,8	6	106,82	111,8	112,0

Bestand	Prüf-glied	Höhenwuchsleistung im Verschulbeet bezogen auf $\bar{x}$		Anzahl der Flächen	Höhenwuchsleistung auf Versuchsflächen bezogen auf das jeweilige Flächenmittel		
		1971 %	1972 %		1975 %	1976 %	1977 %
Daun-Ost	69	128,3	96,4	4	86,16	85,5	83,0
	70	129,4	101,3	3	106,62	101,9	100,7
Abt. 46 c	71	117,1	82,9	5	97,29	97,6	97,5
	72	110,2	80,9	5	92,29	92,1	87,4
	73	113,4	91,1	9	93,23	92,7	93,0
	74	111,2	82,6	9	89,69	90,5	93,3
	75	96,8	105,4	9	110,11	110,8	108,4
	76	118,2	88,7	9	95,22	96,4	96,7
	77	110,2	80,9	8	89,87	88,9	91,1
	78	129,9	89,7	9	94,40	93,3	93,8
	79	77,0	75,8	8	74,52	76,7	76,2
	80	95,2	93,8	6	86,11	87,9	85,3
	81	113,4	85,8	9	97,79	97,9	100,2
	82	112,3	85,8	9	97,89	100,5	98,8
	83	97,9	103,5	9	102,53	105,0	102,7
Prüm-Süd	84	88,8	111,7	8	109,45	108,6	107,8
	85	110,2	141,3	9	112,28	105,6	109,1
Abt. 79 c	86	90,9	102,7	8	106,26	102,4	104,7
	87	97,3	121,9	7	105,66	98,8	98,2
	88	132,1	103,2	6	105,42	103,5	107,0
	89	93,0	95,2	8	97,14	94,9	95,0
	90	105,3	105,2	9	100,38	100,7	100,9
	91	64,7	83,4	1	141,49	118,2	116,0

Anhang 11: Höhenentwicklung der Einzelstammabsaaten 1977 auf den verschiedenen Versuchsflächen

Bestand	Prüfglied	Rauschenberg	Bad Homburg	Hilders	Waldsolms	Beneheim	Hirschhorn	Sinntal	Frankenberg	Rotenburg
		x̄=1,30m %	x̄=1,47m %	x̄=1,44m %	x̄=1,31m %	x̄=1,47m %	x̄=2,11m %	x̄=1,52m %	x̄=1,50m %	x̄=1,75m %
Wittlich-West	1	98,0	122,5	94,0	101,5	102,9	-	113,4	118,4	-
	2	102,6	-	-	-	75,9	-	-	96,2	-
Bergweiler	3	86,1	-	-	-	111,2	-	-	-	-
	4	75,0	77,7	76,1	102,8	87,8	88,3	95,0	95,6	90,3
	5	81,8	-	83,5	-	102,7	-	-	-	-
	6	72,5	90,6	94,7	95,6	87,9	-	98,6	95,6	106,2
	7	75,2	102,1	96,1	102,0	108,6	102,3	117,4	105,4	106,1
	8	141,7	-	113,5	109,1	101,4	-	112,6	112,3	-
	9	110,6	123,8	120,8	125,5	108,7	117,0	-	105,2	-
	10	123,5	120,7	95,5	107,7	113,3	-	112,3	117,3	98,5
	11	94,3	105,6	95,8	80,9	85,0	89,7	105,3	95,1	92,7
	12	88,7	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	81,6	88,0	88,5	95,2	130,6	107,5	98,3	84,8	82,5
	14	76,9	95,5	94,6	117,6	87,7	115,3	101,1	88,4	103,0
	15	76,4	83,9	82,9	112,7	65,5	82,1	95,3	92,4	96,2
	16	102,8	92,3	91,5	104,4	102,3	103,4	101,1	94,6	98,7
	17	108,2	97,3	99,1	93,5	108,9	97,4	81,0	94,3	103,6
	18	112,1	81,3	97,7	113,2	95,1	105,7	100,1	107,1	111,9
Wittlich-West	19	112,0	-	73,3	91,5	91,4	-	-	72,5	-
	20	109,9	-	67,3	98,3	103,3	-	85,8	96,0	86,7
Bruch	22	132,4	-	-	-	103,8	-	-	-	-
	23	60,2	113,2	108,5	98,3	90,5	-	89,5	103,4	-
	24	131,8	-	132,6	-	124,0	-	-	-	-
	25	96,2	-	-	85,3	100,0	-	103,9	102,7	-
	26	137,5	-	-	99,3	92,6	-	121,5	107,8	-
	27	68,0	81,9	85,2	80,3	77,6	95,9	89,2	101,6	85,0
	28	106,0	-	105,5	96,4	110,8	-	110,5	99,5	107,2
	29	113,6	-	-	110,3	126,0	-	93,1	99,7	-
	30	102,2	-	108,4	127,8	102,5	-	-	97,7	105,3
	31	131,1	-	88,7	102,8	122,4	-	100,2	91,4	-
	32	128,1	-	-	133,7	114,8	-	113,9	102,7	-
	33	97,4	84,3	104,7	87,2	101,8	-	91,6	92,8	-
	34	96,4	-	-	109,3	131,4	-	112,5	112,7	-
	35	107,1	111,4	118,4	109,0	86,3	103,5	-	78,1	-
	36	116,7	98,1	100,8	103,8	100,1	114,7	108,9	124,2	124,2
	37	108,3	-	-	-	101,1	-	-	-	-
	38	116,1	-	-	113,0	107,4	-	-	98,5	-
Manderscheid	39	87,4	-	-	-	82,0	-	-	85,7	98,6
	40	114,8	109,8	93,1	107,9	62,6	-	-	93,5	-
Abt. 36 b	41	130,7	-	-	92,5	86,6	-	-	97,5	-
	42	111,5	135,1	116,4	134,8	97,3	115,7	107,5	104,0	105,5
	43	116,6	115,8	114,7	120,9	91,1	97,3	77,2	117,4	125,9
	44	88,4	80,1	78,4	90,8	70,4	79,9	65,7	75,4	85,2
	45	86,7	85,3	-	68,6	76,9	85,4	71,9	84,8	84,7
	46	119,4	105,7	102,1	104,2	92,1	-	110,5	101,4	119,4
	47	164,2	-	141,4	108,5	129,2	-	142,3	137,5	-
	48	98,7	100,2	95,3	119,0	82,8	102,8	105,6	113,5	105,8
	49	78,2	-	-	95,2	123,8	-	101,4	100,1	-
	50	108,0	-	124,1	97,7	116,0	-	129,9	117,2	-
	51	101,3	104,6	93,6	128,8	85,2	105,0	95,3	106,5	103,0
	52	89,8	85,4	91,3	71,2	89,1	-	89,6	84,2	94,4
	53	106,6	103,9	120,0	106,6	103,6	105,2	124,6	113,0	104,6
Daun-Ost	54	124,8	-	-	111,9	90,6	-	85,8	108,6	-
	55	97,5	100,2	114,7	134,4	98,0	-	93,1	102,9	110,8
Abt. 39 a	56	120,1	87,1	107,9	111,9	100,7	104,1	107,5	100,9	98,8
	57	117,4	-	-	107,2	102,0	-	110,6	101,2	-
	58	123,3	-	-	111,5	99,1	-	100,3	127,7	-
	59	97,4	-	104,3	113,8	90,3	-	-	127,4	-
	60	148,7	86,2	124,0	109,7	116,1	-	-	98,0	-
	61	135,3	-	-	100,5	97,0	-	128,5	95,6	-
	62	153,3	-	124,8	113,6	118,3	-	107,6	112,7	111,1
	63	89,3	110,9	76,8	70,9	93,9	87,3	-	97,3	85,2
	64	101,5	-	104,5	92,8	113,9	-	79,9	112,2	117,9
	65	125,4	-	-	115,6	130,6	-	98,5	-	-
	66	85,2	-	-	97,8	88,8	-	-	96,7	-
	67	122,4	116,1	106,3	84,0	95,2	94,0	78,8	92,5	76,8
	68	140,0	-	130,2	93,9	103,2	-	99,4	105,2	-

Bestand	Prüfglied	Rauschenberg	Bad Homburg	Hilders	Waldsolms	Bensheim	Hirschhorn	Sinntal	Frankenberg	Rotenburg
Daun-Ost	69	69,1	-	-	82,6	90,4	-	-	89,9	-
	70	87,6	-	-	99,6	115,0	-	-	-	-
Abt. 46 c	71	94,3	96,2	-	90,6	111,1	-	-	95,2	-
	72	87,8	-	-	81,2	97,8	-	72,2	98,1	-
	73	91,3	100,1	98,0	67,4	102,4	96,8	95,4	93,6	91,9
	74	98,4	99,0	91,9	82,7	88,4	99,8	98,5	91,7	89,2
	75	108,6	105,9	105,7	115,4	106,0	112,6	97,3	114,1	110,1
	76	120,2	94,9	93,5	77,3	123,2	92,3	92,3	79,7	97,0
	77	94,1	85,0	87,3	79,8	101,2	-	86,1	95,9	99,7
	78	83,7	108,2	95,4	76,4	106,0	90,1	81,9	102,9	99,2
	79	68,9	82,6	85,6	63,4	70,2	81,9	-	81,7	74,9
	80	104,9	-	87,0	80,8	70,1	-	71,2	97,8	-
	81	74,6	98,0	95,6	97,8	111,2	103,5	117,1	89,0	115,3
	82	102,6	111,4	97,8	88,1	104,5	98,8	96,5	95,7	94,1
	83	121,1	105,3	100,9	88,7	109,5	122,1	76,8	101,6	97,9
Prüm-Süd	84	100,8	107,3	101,4	126,5	95,7	-	110,5	95,0	126,4
	85	127,5	114,3	83,2	97,7	112,0	97,0	114,7	108,9	126,4
Abt. 79 c	86	106,5	-	93,7	112,8	97,8	107,5	112,2	101,1	106,3
	87	102,6	96,7	105,1	97,9	103,7	-	-	92,6	88,5
	88	123,2	-	109,8	92,0	109,6	-	116,9	90,7	-
	89	98,4	94,0	89,3	77,7	134,0	98,5	-	91,5	76,4
	90	76,7	104,6	97,1	100,0	111,4	99,2	96,9	103,4	118,4
	91	116,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Herkünfte	1001	59,4				70,2				
	1003	64,1				88,9				
	1006	69,1				-				
	1008	73,0				56,0				
	1013	40,6				52,8				
	1016	62,1				58,6				
	1018	50,6				49,0				
	1020	45,7				43,5				
	1022	48,2				48,0				
	1028	-				-				62,2
	1052	-				69,2				
	1055	65,6				52,6				
	1088	-				103,5				
	2003	-				78,2				

Anhang 12: Relativer Zuwachs (%) der Provenienzen auf Versuchsflächen
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

Aufnahme 1976

Gruppe	Anzahl der Mittelwerte	Zuwachs %
14. OKA	7	6,0
8. WOL	44	21,4
6. BCVA	46	23,1
9. WST	19	24,1
13. OKU	19	24,1
16. BRD	4	24,3
11. WKW	49	27,7
7. WNK	26	27,8
$\bar{x}$	579	29,8
12. WKO	31	30,2
5. BCKU	39	31,6
1. BCN	55	33,1
4. WO	33	34,2
2. BCNO	24	35,7
10. WSK	21	35,9
3. BCSH	162	36,2

Aufnahme 1977

Gruppe	Zuwachs %
16. BRD	26,4
14. OKA	32,3
4. WO	33,3
2. BCNO	33,4
12. WKO	33,6
6. BCVA	34,0
1. BCN	34,1
5. BCKU	35,3
3. BCSH	35,3
$\bar{x}$	37,4
8. WOL	39,1
11. WKW	39,4
13. OKU	40,0
7. WNK	41,1
9. WST	41,8
10. WSK	45,0

Anhang 13: Ausfälle der Provenienzen auf Versuchsflächen
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

Aufnahme 1973

Gruppe	Anzahl der Werte	%
16. BRD	4	0
1. BCN	55	11,6
12. WKO	31	12,7
8. WOL	44	13,3
4. WO	33	13,4
3. BCSH	162	14,3
10. WSK	21	15,2
9. WST	19	15,4
$\bar{x}$		15,6
5. BCKU	39	17,6
6. BCVA	46	18,2
7. WNK	26	18,2
2. BCNO	24	18,3
13. OKU	19	18,6
11. WKW	49	18,9
14. OKA	7	37,9

Aufnahme 1975

Gruppe	%
8. WOL	7,5
3. BCSH	10,5
1. BCN	10,9
4. WO	11,2
12. WKO	14,0
$\bar{x}$	14,4
7. WNK	14,5
5. BCKU	15,2
2. BCNO	17,2
10. WSK	17,8
6. BCVA	18,0
11. WKW	19,0
13. OKU	20,9
9. WST	22,2
16. BRD	48,8
14. OKA	57,0

Aufnahme 1977

Gruppe	%
3. BCSH	15,1
4. WO	16,6
1. BCN	17,0
8. WOL	17,9
12. WKO	20,5
10. WSK	21,3
$\bar{x}$	22,1
2. BCNO	23,8
5. BCKU	24,1
7. WNK	26,0
11. WKW	29,5
6. BCVA	31,7
13. OKU	31,8
9. WST	33,3
14. OKA	61,7
16. BRD	67,8

Anhang 14: Anteil an Pflanzen mit Johannistrieben (1977)
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

Gruppe	Anzahl der Werte	%
1. BCN	55	10,9
2. BCNO	24	14,8
3. BCSH	162	20,8
4. WO	33	21,4
14. OKA	7	21,5
12. WKO	31	26,1
16. BRD	4	26,8
$\bar{x}$		28,4
6. BCVA	46	31,0
5. BCKU	39	33,6
8. WOL	44	38,0
11. WKW	49	39,1
9. WST	19	47,8
10. WSK	21	49,2
7. WNK	26	51,4
13. OKU	19	51,9

Anhang 15: Formboniturен 1975 und 1977: Anteil der geraden (Stufe 1) und schlecht geformten Pflanzen (Stufen 4, 5, 6, 7) in Prozent
(LSD-Test: Gleichwertigkeit bei p = 5 %)

1975: gerade Pflanzen

Gruppe	Anzahl der Werte	%
16. BRD	4	33,8
14. OKA	7	34,9
2. BCNO	24	36,2
9. WST	19	40,1
4. WO	33	40,5
12. WKO	31	42,5
3. BCSH	162	44,3
13. OKU	19	44,7
11. WKW	49	45,1
$\bar{x}$		45,9
6. BCVA	46	46,3
10. WSK	21	47,5
5. BCKU	39	48,2
1. BCN	55	48,8
7. WNK	26	52,6
8. WOL	44	55,6

1977: gerade Pflanzen

Gruppe	%
16. BRD	22,3
14. OKA	37,3
12. WKO	41,7
2. BCNO	42,5
9. WST	43,9
4. WO	46,2
5. BCKU	46,7
11. WKW	47,6
6. BCVA	47,7
13. OKU	48,4
$\tilde{x}$	48,7
3. BCSH	48,9
7. WNK	51,2
1. BCN	53,3
10. WSK	54,0
8. WOL	57,8

1975: schlecht geformte Pflanzen

Gruppe	%
8. WOL	21,7
7. WNK	27,0
6. BCVA	28,8
11. WKW	29,5
13. OKU	29,7
9. WST	30,2
10. WSK	31,1
5. BCKU	31,5
1. BCN	31,9
$\bar{x}$	32,2
12. WKO	32,9
3. BCSH	34,7
4. WO	38,4
2. BCNO	39,6
16. BRD	47,9
14. OKU	48,6

1977: schlecht geformte Pflanzen

Gruppe	%
8. WOL	14,6
10. WSK	15,0
7. WNK	15,1
11. WKW	19,9
9. WST	20,4
13. OKU	22,0
6. BCVA	22,4
1. BCN	23,0
$\bar{x}$	23,7
5. BCKU	23,8
3. BCSH	27,0
4. WO	28,7
12. WKO	29,0
14. OKA	32,5
2. BCNO	33,3
16. BRD	35,6

Lebenslauf

Geboren wurde ich am 11. September 1942 in Münster/Westfalen als Sohn des damaligen Heereslandwirtschaftsrates Dr. Emil Jestaedt und seiner Frau Martha, geb. Hasken. Infolge der Zerstörung von Münster wurde die Familie 1943 nach Fulda evakuiert.

Von 1949 besuchte ich die Heinrich-von-Bibra-Volksschule; 1953 wechselte ich über zur Rabanus-Maurus-Schule, einem humanistischen Gymnasium, an dem ich 1962 die Reifeprüfung ablegte. Im gleichen Jahr absolvierte ich ein Praktikum im Hessischen Forstamt Oberkaufungen. Vom Wintersemester 1962/63 bis zum Sommersemester 1966 war ich Student der Forstlichen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen und der Staatswissenschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. Nach der Hochschulschlußprüfung begann am 1.10.1966 der zweieinhalbjährige Vorbereitungsdienst für die Laufbahn des höheren Forstdienstes in Hessen. 1969 bestand ich die Große Forstliche Staatsprüfung und wurde mit Wirkung vom 1. Juli 1969 als Beamter auf Probe von der Hessischen Staatsforstverwaltung übernommen. Dreieinhalb Jahre war ich als Hilfsreferent in der Forstabteilung des Hessischen Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt in Wiesbaden tätig. Mit Beginn des Jahres 1973 bin ich an das Institut für Forstpflanzenzüchtung der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt in Hann.Münden versetzt worden.